

ISSN: 2594-0937

Debates sobre Innovación

Número 1, Volumen 3
Oct- Dic 2019



XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín

Comité editorial

Gabriela Dutrénit
José Miguel Natera
Arturo Torres
José Luis Sampedro
Diana Suárez
Marcelo Mattos
Carlos Bianchi
Jeffrey Orozco
João M. Haussmann
Matías F. Milia

Editor Invitado

Luciano Gallón
Londono

REVISTA ELECTRÓNICA
TRIMESTRAL



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRIA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS FOR LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen 3, Número 1, octubre-diciembre 2019. Es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Del. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Teléfonos 54837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <http://economiaeininnovacionuamx.org/secciones/debates-sobre-innovacion> y dirección electrónica: megct@correo.xoc.uam.mx Editor Responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous, Coordinadora de la Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación.

Editor invitado: Dr. Luciano Gallón Londono¹. Diseño y contenidos digitales: Mónica Zavala. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. 04-2017-121412220100-203, ISSN 2594-0937, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Gabriela Dutrénit Bielous, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Del. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: diciembre de 2019. Tamaño del archivo: 32.7 MB

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

1. IEEE SM'06 | Profesor Titular

Líder Grupo de Investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación (GTI.UPB)

Facultad de Ingeniería Industrial | Universidad Pontificia Bolivariana | Circular 1, 70-1, B11 | Medellín, COLOMBIA

luciano.gallon@upb.edu.co | www.upb.edu.co

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín
Vol. 3/Núm. 1

índice

Presentación	1
Mesa 01. Educación en Gestión de la Tecnología y la innovación	
O papel das empresas juniores na formação dos estudantes universitários <i>Mariene Alves do Vale y Ana Clara Cândido</i>	3
Propuesta de ajuste curricular alineada con la iniciativa cdiopara una línea de formación técnica en un colegio multiétnico en la ciudad de Leticia <i>Jorge Andrés Araujo Bernal, Jorge Alonso Manrique Henao y Gustavo Adolfo Hincapie Llanos</i>	16
La gestión tecnológica y de la innovación en la educación superior de América Latina <i>Antonio Arciénaga, Hernán Bacarini, Silvia Martinelli, Barbara Cimatti, Sergio Takeo, Cecilia Yamanaka, Eduardo Ismodes, Pedro Sebastião, José Luis Briansó, Denise Leite Maia, Marie Ouvrard-Servanton y Guillermo Lombera</i>	36
Estrategias en programas internacionales que fomentan la educación en innovación y emprendimiento y su relación con modelos de gestión de la innovación tecnológica y empresaria <i>Jhon Victor Vidal Durango y Juan Carlos Echeverri Alvarez</i>	52
Estrategia curricular para formación en innovación y emprendimiento en instituciones de educación superior: corporación universitaria del Caribe-CECAR <i>Moisés Henández Ruiz, Jhon Vidal Durango, María José Sierra Galindo, Piedad Buevas Martínez y Angelica Aguirre Bertel</i>	65
La formación de gestores de tecnología y de innovación: enfoque desde el posgrado <i>Alejandra Herrera- Mendoza y Edgar Ortíz-Loyola Rivera-Melo</i>	78
Mesa 02. Tendencias emergentes en la teoría y la práctica de la Innovación	
On Smart Cities and Sustainable Development Goals <i>Regina Negri Pagani, Adriano Mesquita Soares, Andréia Antunes da Luz, Gilberto Zammar y João Luiz Kovalski</i>	88
Frameworkpara criação de ambientes de inovação em órgãos desegurança pública no Brasil <i>Débora Vanessa Campos Freire y Ana Clara Cândido</i>	108

Percursos bottom-up, top-down e uma Iniciativa de Inovação Social em Expansão	
<i>Carolina Beltrão de Medeiros y Carla Regina Pasa Gómez</i>	124
Fatores determinantes da inovação disruptiva no contexto das organizações: uma revisão integrativa da literatura	
<i>Juliano Keller Alvez, Joiceli Rossoni Lapolli, Gertrudes Aparecida Dandolini y Édis Mafra Lapolli</i>	137
Associação Estação da Luz: um caso de inovação social?	
<i>Júlia Mitsue Vieira Cruz Kumasaka, Sandra Maria dos Santos y Fernanda Salvador Alves</i>	151
Facilitadores e barreiras à inovação aberta: uma revisão integrativa da literatura	
<i>Paulo César Lapolli, Rafael Sanceverino Matos, Gertrudes Aparecida Dandolini, João Artur de Souza y Inara Antunes Vieira Willerding</i>	164
Desarrollo de la Convergencia Tecnológica: una mirada desde el análisis bibliométrico	
<i>Eduardo Robles Belmont y Leandro Lepratte</i>	177
Modelo conceptual para la medición de capacidad de capacidades de innovación inclusiva a nivel empresarial	
<i>Fredy Yoverti Alvarez Fonseca, María Luisa Villalba Morales, Didier Alejandro Henao Galvis y Claribeth Lopera Moreno</i>	190
Social innovation initiatives expansion	
<i>Carolina Beltrão de Medeiros y Carla Regina Pasa Gómez</i>	204
Innovation and Emergent themes in Finances: a Bibliometric Study on fintechs	
<i>Itamir Caciatori Junior, Luís Filipe Serpe y Ana Paula Mussi Szabo Cherobim</i>	218
Lean R&D: proposta de um modelo de gestão de P&D baseado em frameworks de startups	
<i>Lorena Fernandes, Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro, Guilherme Soares Gurgel Do Amaral, Ricardo Kahn, Bruno Guilherme Pacci Evaristo, Victor Romão, Ricardo Altmann, Mario Sergio Salerno, Guilherme Ary Plonski y Eduardo Zancul</i>	231
El rol de las Universidades en el Modelo de Innovación Abierta: Una Revisión de la Literatura	
<i>Mariela Carattoli, María Isabel Camio y José Marone</i>	245
Revisión de la relación entre capital social y Smart City: una mirada desde los recursos y las capacidades	
<i>Juliana Mejía Jiménez, Walter Lugo Ruíz Castañeda, José Roberto Álvarez Múnera y Santiago Quintero Ramirez</i>	258
Legitimidade e Mudanças Climáticas: Uma Abordagem à Luz da Teoria Institucional	
<i>Ana Paula Perlin, Gabriela Rossato, Clandia Maffini Gomes, Kamila Frizzo y Jordana Marques Kneipp</i>	270
Modelo de Negocio para el Proceso de Innovación Social en una institución pública de educación superior: exploración y proceso de formulación. Medellín, 2018	
<i>Melbin A. Velásquez P, Cristina López G, Laura V. Suescún R, James A. Morales Ch, Elizabeth Ruiz T, Sor Angela Giraldo G y María Paz Quintero R</i>	279

Why Startups Fail in Emerging Entrepreneurial Ecosystem	
<i>Fernando Antonio Monteiro Cristoph D'Andrea, Diego Alex Gazaro dos Santos, César Vinícius Pereira Costa y Aurora Carneiro Zen</i>	294
Modelos mentales organizacionales como generadores de barreras a la innovación en el valle de la muerte	
<i>Iván Darío Rojas, Rene Yepes, Juan Fernando Arenas, Elizabeth Jiménez y Luciano Gallón</i>	305
Difusión de una innovación autoritaria: el caso de la contabilidad electrónica	
<i>Salvador Estrada, Roberto Rodríguez Venegas y Jessica Villareal</i>	318
Relación entre capacidades dinámicas y capacidad de innovación en Pymes mexicanas	
<i>Jesús Adriana Sánchez Martínez y Julio Cesar Alcántar Flores</i>	340
¿Con qué valores económicos se juzgarán investigación e innovación si se requiere inclusión social? Un enfoque intercultural	
<i>Martín Puchet Anyul</i>	353
El Inventario de los atributos del Pensamiento Tecnológico, como instrumento para el análisis de artefactos tecnológicos	
<i>Enrique Diógenes Cárdenas Salgado y David Ernesto Ardila Perilla</i>	364

Mesa 03. Sistemas de la Innovación para el Desarrollo de lo Sostenible

La extensión agrícola como eje de desarrollo de la capacidad de colaboración al interior de sistemas de innovación agrícola: un enfoque de perfil de investigación	
<i>Efrén Romero Riaño, Piedad Arenas Díaz, Juan Hernando Puyana Valdivieso, Paula Andrea Montenegro Martínez y Anggy Carolina Vera Merchán</i>	367
Research infrastructures in developing countries: The Brazilian case	
<i>Thiago Caliari, Márcia Siqueira Rapini y Tulio Chiarini</i>	386
Cadenas globales de valor y emisiones de CO ₂ : análisis comparado de las relaciones entre China, Unión Europea y América Latina	
<i>Óscar Rodil Marzábal y Hugo Campos Romero</i>	405
Análisis de redes sociales de los actores que conforman la cadena productiva del café en la región de Antioquia en un sistema regional de innovación	
<i>Digna Peña Curieux</i>	423
Industrias 4.0 en el contexto de la estrategia cluster de la ciudad de Medellín-Colombia	
<i>Astrid Agudelo Valencia y Leydi Johanna Henao Tamayo</i>	436
Políticas públicas, sistemas regionais de inovação e transição para a sustentabilidade de: O caso Bosch-Curitiba	
<i>JCristina Maria Souto Ferigotti y Jonatas Soares Santoss</i>	459
Atividades de inovação em agricultura de precisão no Brasil e o longo caminho para OODS 2	
<i>Váldeson Amaro Lima y Isabel Cristina dos Santos</i>	472
Práticas de Inovação e Desenvolvimento Sustentável: uma revisão sistemática	
<i>Bertiene Maria Lack Barboza, João Luiz Kovalski, Daiane Maria De Genaro Chiroli y Fabiane Florencio de Souza</i>	487

Los sistemas de innovación regional: Una mirada desde las redes de interacción para su gestión y fortalecimiento

Adriana Lucia Ballesteros Bahamón y Diana P. Giraldo R. **500**

Sistemas regionales de innovación: una mirada al desarrollo del sector turismo en la Gguajira

Lisseth Paola Castañeda Vega y Yoleida Vega Mendoza **511**

Mesa 04. Casos de Innovación en el marco de los ODS

Gerenciamento integrado ambiental em hospital público

Morgana Oliveira da Silva, Cristine Hermann Nodari, Vanessa Theis y Dusan Schreiber **523**

Metabolismo urbano e gestão de resíduos sólidos no contexto sustentável das cidades

Rafaela Cajado Magalhães, Ana Cristina Batista dos Santos, Hermano José Batista de Carvalho, Breno Buarque y Herus Orsano Machado **535**

Inovação em serviços para mobilidade ativa na cidade de São Paulo

Silvia Stuchi Cruz y Sonia Regina Paulino **547**

La relación entre empresas extranjeras y Sistemas Regionales de Innovación en industrias tradicionales. El caso de la empresa Supracafé

Yury Castillo, Isabel Álvarez y Cesar Echeverry **562**

Cafés de especialidad en Chiapas: impulsores e inhibidores para su sostenibilidad

Adriana Alicia Quiroga Carapia y Rebeca de Gortari Rabiela **575**

La innovación dentro del cooperativismo y los objetivos de desarrollo sostenible. El caso de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

María Bernardeth Lambros Moreno y Alexandre Oliveira Vera-Cruz **587**

Análise da presença de práticas de simbiose industrial (SI) em um aglomerado de empresas do setor metalmeccânico da cidade de Maringá-Pr-Brasil

Isabella Tamine Parra Miranda, Luiz Alberto Pilatti, Claudia Tania Picinin, Ivisson de Souza Tasso y Bethania Avila Rodrigues **600**

Alternativas de productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha plátano para el desarrollo territorial en San Juan de Urabá

Alejandro Arango Correa, Haroldo Barbutin Diaz y Juan Felipe Parra Rodas **610**

Protección del conocimiento y las prácticas tecnológicas ancestrales en empresas mezcaleras de naturaleza artesanal y base no tecnológica como factor de fomento del desarrollo sustentable a través de la función proteger del modelo de gestión tecnológica PNGTi

Celia Luz González Fernández, Alejandra Herrera Mendoza y Luz María Castañeda de León **631**

Modelo de madurez del Computer Integrated Mining (CIMG) aplicado a la Gran Minería a Tajo Abierto del Perú: Estudio de casos

Yannick Patrick Carrasco Merma **646**

Las ciudades como líderes de los procesos de transición hacia una movilidad de bajo carbono: el caso de los buses de baja emisión en São paulo, Brasil

Tatiana Bermúdez Rodríguez y Flávia L. Consonis **657**

Inovação Organizacional para Sustentabilidade: Adoção De Novas Práticas de um Programa Público	
<i>Aline Ribeiro Gomes, Jose Carlos Lázaro y Carlos Dias Chaym</i>	672
A cidade como ambiente colaborativo de inovação: um estudo a partir do planejamento participativo “fortaleza2040”	
<i>Bruna De Sousa Felix, Jeová Torres Silva Júnior y Claudio Ricardo Gomes De Lima</i>	687
La innovación como estrategia para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios sustentables. Caso de la comunidad Paso Solano Veracruz	
<i>Jéssica Geraldine Villatoro Hernández, Ingrid Yadibel Cuevas Zuñiga y María del Rocío Soto Flores</i>	701
O tripé da sustentabilidade: um desafio na gestão de incubadoras portuguesas e brasileiras	
<i>Maria Carolina Martins Rodrigues, Tais Pentiado Godoy, Luciana Aparecida Barbieri da Rosa, Jordana Marques Kneipp, Luana Ines Danke y Clandia Maffini Gomes</i>	715
Sustentabilidad e innovación ambiental en el sector hotelero. Una aproximación teórica	
<i>Judith Alejandra Velázquez Castro, Erika Cruz Coria, Martha Robles López y Elba Mariana Pedraza Amador</i>	726
A estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco e a experiência com a ris3: a convergência para um modelo dedesenvolvimento baseado em inovação	
<i>Luciana Távora, Lúcia Melo, Ana Cristina Fernandes y Jurema Regueira</i>	735
Desenvolvimento urbano sustentável no Brasil: um estudo comparativo em relação ao portedas ciudades	
<i>Carlos Rafael Röhrig da Costa, Roberto Schoproni Bichueti, Gabriela Dubou, Clandia Maffini Gomes, Francies Diego Motke y Giulia Xisto de Oliveira</i>	747
Aplicación de las fibras de fique en el diseño deprendas de vestuario	
<i>Jorge Manrique H., María Clara Restrepo y Cristina Castro</i>	757
La planificación adaptativa y los sistemas regionales de innovación en la Amazonía peruana: Un estudio de caso	
<i>Emilio Díaz Mori y Miguel Domingo González Álvarez</i>	769
Appropriate Technologies in Developing Countries: The Role of an Innovation Project inrural Colombia	
<i>Deycy Janeth Sánchez Preciado, Sandra Patricia Rebolledo Acosta y Vicky Long</i>	784
Diseño y construcción de un vehículo eléctrico solar tipo urbano fase III	
<i>John Jairo Jimenez Serpa, Ronald Andres Gutierrez Acosta y Harvey Enrique Perez Gonzalez</i>	796
Diseño de prototipo de ladrillo a partir de biosólidos generados en la PTAR de Victoria, Caldas	
<i>Juan David Salazar Espitia, Mauricio Correa García, Hemelin Méndez Velásquez y Geiner Andrés Ossa Galvis</i>	815
VRISSA–Vivienda Regional integral, Social, Sostenible y Amigable	
<i>Ana Carolina Cárdenas Sánchez, Andrés Fernando Cuenca Bedoya y Luis Fernando Rodríguez Lozano</i>	831

Desarrollo de un material compuesto biodegradable para los procesos de extrusión e inyección

Pedro Rodríguez Sandoval y Carlos Parga Horta **840**

Productos innovadores a partir de la utilización de lodos de potabilización de aguas como materia prima

Guillermo Vega Ortega, Norys Milena Ortiz Salazar, Víctor Hugo Polo Calvo, Rafael Eliecer Donado Guerrero. **849**

Mesa 05. Gestión de las Tecnologías Digitales para el Desarrollo Sostenible

Asistente Virtual en el Sistema de Gestión Seguridad de la Información para Gestor de Base de Datos ORACLE

Jeanneth Alvarado Abarca, Josué Naranjo Cordero y Pablo Chaves Murillo **860**

Sistema web de muestreo, trazabilidad y análisis de ensayos para laboratorios de análisis de aguas

Josías Ariel Chaves Murillo y Josué Naranjo Cordero **881**

Tecnologias de informação e gestão do conhecimento na Indústria 4.0

Jurema Suely de Araújo Nery Ribeiro, Fabrício Ziviani, Fábio Corrêa, Renata De Souza França y Fernando Hadad Zaidan **900**

Relaciones entre la responsabilidad social empresarial y la publicidad engañosa a través de estrategias promocionales de empresas lácteas mexicanas en internet

Luis Osvaldo Gutiérrez Aceves, León Martín Cabello Cervantes, Clara Escamilla Santana y María de la Luz Fernández Barro **914**

Robótica educativa como herramienta estratégica en la educación STEM

Laura Marcela Gaviria-Yepes, Leydi Johanna Henao-Tamayo y Jhoany Alejandro Valencia-Arias **926**

Modelo de aula invertida: prueba piloto en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México

Tamara Alcántara-Concepción, Victor Lomas-Barrie, Octavio Estrada-Castillo y Aline A. Lozano-Moctezuma **939**

SENA Market: Aplicación móvil para la administración financiera en las tiendas de barrio de la ciudad de Ibagué

Jose Alonso Oviedo Monroy, Joaquin Eduardo Carrillo Orjuela y Omar Arley Arenas Quimbayo **957**

Simulador de realidad aumentada como apoyo a los servicios de la mina y al protocolo de SST de ingreso a la mina didáctica SENA Centro Minero

Lili Ana Sandoval Pineda y Hebert Alexander Cepeda Camargo **974**

Ecosistemas tecnológicos para la enseñanza virtual del Centro Metalmecánico SENA Distrito Capital

Rubén Darío Cárdenas Espinosa, Luis Alfonso Devia Caicedo y Darwin Dubay Rodríguez Pinto **979**

Portal Multimedia interactivo para promover el ecoturismo responsable en Boyacá <i>Nairo Julián Rodríguez Ballesteros, Erika María Plazas Mora y Daniel Fernando Lázaro Meléndez</i>	990
Fotogrametría como herramienta de preservación visual de fauna endémica colombiana en estado de amenaza presente en el departamento de Antioquia <i>Salomé Gómez Atehortúa, Juliana Silva Bolívar, Gabriel Jaime Silva Bolívar, Leidy Yuliana Arenas Becerra y Yuliana Andrea Areiza Rico</i>	998
Integración de tecnología biométrica en vestuario infantil <i>Nelson Humberto Zambrano Cortés y Salome Solano Sarria</i>	1007

Mesa 06. Gestión de riesgos de la tecnología y la innovación en el marco de los ODS

Metodología para la evaluación del riesgo asociado a la adquisición de equipos biomédicos <i>Ana Cristina Colorado Cañola, Juan Guillermo Barrientos Gómez y Juan Carlos Botero Morales</i>	1017
GESTÃO DO MEDO: potencializando a confiança criativa para a expressão da criatividade nas organizações <i>Mirian Torquato y Édis Mafra Lapolli</i>	1036
Tecnologías para los objetivos energéticos de las ODS, ejercicio de prospectiva en el paradigma energético colombiano <i>Jorge Eliecer Carvajal Alcaraz, Fabian Mauricio Vélez Salazar y Melisa Barrera</i>	1050

Mesa 07. Gestión de la Tecnología y la Innovación en contextos Empresariales

Análise das práticas de TI Verde em organizações de base tecnológica <i>Vanessa Theis and Dusan Schreiber</i>	1066
Elementos fundamentales para el desarrollo de la innovación, un estudio de casos <i>Raquel Lafuente-Chryssopoulos</i>	1079
Medición de la Asignación de Recursos como Facilitador de Gestión de la Capacidad de Innovación en las Organizaciones Desarrolladoras de Software de la Región Centro Oriental Colombiana <i>Wilmer Pérez-Betancourt, Iván Mauricio Rueda-Cáceres y Jenny Marcela Sánchez-Torres</i>	1093
Determinación de competencias tecnológicas distintivas en pequeñas empresas de manufactura – estudio de caso <i>Mario José Mantulak, Gilberto Dionisio Hernández Pérez y René Abreu Ledón</i>	1110
La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito <i>Juan Marcelo Ibujés Villacís</i>	1126
Analysis of technology services growth: an innovation capabilities approach <i>Rafael Toassi Crispim y Fernanda Maciel Reichert</i>	1142

Diseño de una metodología para el entrenamiento en destrezas de mano de obra en labores de la industria de la construcción utilizando los lineamientos de la filosofía Monozukuri	
<i>Alexandra Edith Ramirez Ibáñez, Erika Sofía Olaya Escobar, Carlos Andrés Aguilar y Hugo Fernando Castro Silva</i>	1157
Aspectos y elementos de la cultura de innovación en las empresas costarricenses	
<i>Rafael Herrera González, Ariella Quesada Rosales y Arianna Tristán</i>	1170
Metodologías de desarrollo de nuevos productos aplicables a servicios: una revisión de la literatura	
<i>Juan Pablo Pineda H y Jorge Manrique</i>	1185
Negócios a serem modificados em seus Modelos de Receitas com os Veículos Autônomos: Uma Revisão Bibliométrica	
<i>Larissa Garcia Gomes y Joel Yutaka Sugano</i>	1202
La importancia del emprendimiento en la era digital para crear un micronegocio en redes sociales virtuales	
<i>Diana Erika Reyes Mateos, María del Rocío Soto Flores y Ingrid Yadibel Cuevas Zuñiga</i>	1219
Impacto de la innovación en la industria Alimentaria del maíz, aceptación del consumidor y su percepción sobre alimentos tradicionales	
<i>Karla Cristina Bonilla Restrepo</i>	1233
Uma análise dos parâmetros do trâmite prioritário dos processos de patentes no Brasil: reflexões e perspectivas	
<i>Érica Guimarães Corrêa y Alexandre Guimarães Vasconcellos</i>	1247
La percepción del impacto de la gestión tecnológica en el sistema ERP-SAP en la EPMAPS de Quito, para el año 2018	
<i>Antonio Franco-Crespo, Fabián Albán y Valentina Ramos</i>	1258
Dificuldades encontradas por startups de Campo Grande-Mato Grosso Do Sul na etapa de desenvolvimento de produtos e serviços: um estudo de caso na aceleradora Living Lab	
<i>Pedro Henrique De Souza Santana, Luan Carlos Santos Silva y Renata Tilemann Facó</i>	1265
Innovación en las empresas de desarrollo de software costarricense: Aplicabilidad del modelo de roles A-F	
<i>Ariella Quesada R. y Francisco J. Mata</i>	1281
Inovação aberta em setores regulados: um estudo do setor de energia do Brasil	
<i>Eduardo Baltar de Souza Leão, Rogério Leite Gonzales y Aurora Carneiro Zen</i>	1291
Gestión de la innovación: una apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo del departamento de la Guajira	
<i>Yoleida Vega Mendoza y Lisseth Paola Castañeda Vega</i>	1305
Inserção da tecnologia nas agências bancárias na perspectiva dos funcionarios	
<i>Jaine Adria Coltro, Erlaine Binotto, Eduardo Luis Casarotto y Jane Corrêa Alves Mendonça</i>	1322

La gestión de la tecnología y la innovación en Fuerzas Navales: un análisis comparativo entre Estados Unidos, España, Colombia	
<i>Andrés Felipe Saldarriaga-Arenas, Breyner Jimenez-Navia, Eliana María Villa-Enciso, Jonathan Bermúdez-Hernández, Óscar Fernando Castellanos-Domínguez y Claudia Nelcy Jiménez-Hernández</i>	1335
Características clave que fomentan la innovación en una pyme en la industria del software	
<i>Gabriela Medina, Gibrán Rivera y Luis Canek</i>	1355
Demarcación conceptual del Aprendizaje Organizacional. Implicaciones para su medición	
<i>María Isabel Camio, Silvia Irene Izquierdo, María Belén Álvarez y Constanza María Díaz Bilotto</i>	1367
The influence of organizational innovativeness on the performance of micro enterprises in the Professional Knowledge Intensive Business Services (P-KIBS) sector	
<i>Claudineia Kudlawicz-Franco, Carlos O. Quandt y Marlon J. Liebel</i>	1378
Estudio bibliométrico: Pceso de análise hierárquica aplicado a logística reversa	
<i>Claudineia Kudlawicz-Franco, Carlos O. Quandt y Marlon J. Liebel</i>	1389
Interacción entre procesos de diseño e innovación en la industria de equipamiento gastronómico del Perú	
<i>César Lengua Huertas y Domingo González Alvarez</i>	1405
Una mirada a las habilidades blandas dentro de las estructuras organizacionales actuales y su relación con la innovación	
<i>Saravia Arenas, Jymmy</i>	1421
Estrategias para la gestión de conocimiento. Microempresas sector comercio del altiplano oriente antioqueño	
<i>Lina Clemencia Castaño Osorio</i>	1428
Diagnóstico de una cultura organizacional encaminada a la innovación	
<i>Indy Bibiana Bedoya Botero, Susana Crespo Jaramillo y Juan Fernando Chavarria</i>	1441
De la prospectiva a la toma de decisiones estratégicas en el SENA. Caso del Centro de biotecnología Industrial	
<i>Constanza Montalvo Rodríguez, Ginna Alejandra Ordóñez Narváez, Jesús Afranio Cabal Lavado y Johnatan Andrés Figueroa Hidalgo</i>	1455
Desarrollo de una plataforma para la ejecución de manufactura (mes) para el laboratorio de control de procesos SENA-CEAI	
<i>Juan Sebastián Obonaga Rubiano, Juan David Guerrero Mena y William Gutiérrez Marroquín</i>	1469
Propuesta metodológica para el desarrollo de productos electrónicos: caso de aplicación robot industrial educativo	
<i>Alexander Almanza Isaza, Robinson Castillo Méndez, Lisseth Tatiana Herrera Rosero, Jorge Eliecer Vargas Ladino y Javier Andres Ramos Espitia</i>	1483
Prospectiva en el marco de la Industria 4.0 Caso: Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria–ASTIN-SENA	
<i>Miguel Ángel Solís Molina, Johanna Andrea Chamorro y Nidia Karina Mora Londoño</i>	1497

Presentación

Este es uno de los dos números del volumen especial editado por la Revista Debates sobre Innovación, que contiene las Memorias del XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2019, llevado a cabo en Medellín, Colombia, del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2019.

Es un largo camino el que se recorrió para llegar hasta aquí. Desde octubre de 2017, cuando en ALTEC 2017 México, se le adjudicó a Medellín la realización de ALTEC2019, hasta diciembre de 2019 cuando se publican estas Memorias.

Una vez conformado el equipo que haría realidad el Congreso en Medellín, integrado por la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la Universidad de Antioquia (UdeA), el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la Universidad EAFIT y la Institución Universitaria CEIPA, y luego de hacer una vigilancia internacional, se determinó que el tema central para convocar mesas y trabajos fuera: Gestión Tecnológica y Objetivos de Desarrollo Sostenible: Panorama, Oportunidades y Retos.

De esta manera se lanzó un llamado público a proponer Mesas temáticas, obteniendo una respuesta fabulosa de toda la región con un poco más de cincuenta propuestas que, finalmente, se consolidaron por agrupamiento y afinidad en las catorce mesas que se desplegaron en el Congreso y cuyos trabajos asociados finalmente presentados en el Congreso se publican en alguno de los dos números del volumen especial de la Revista, a saber:

Número 1:

1. Educación en Gestión de la Tecnología y la Innovación.
2. Tendencias emergentes en la teoría y la práctica de la Innovación.
3. Sistemas de la Innovación en el marco de los ODS.
4. Casos de Innovación para el Desarrollo Sostenible.
5. Gestión de las Tecnologías Digitales para el Desarrollo Sostenible.
6. Gestión de riesgos de la tecnología y la innovación en el marco de los ODS.
7. Gestión de la Tecnología y la Innovación en contextos Empresariales.

Número 2:

8. Estrategias y modelos de Transferencia de Tecnología.
9. Herramientas para la Gestión de la Tecnología y la Innovación.
10. Metodologías computacionales para la Gestión de la Tecnología y la Innovación.
11. Salud y Gestión de la Tecnología y la Innovación.
12. Bioeconomía y Gestión de la Tecnología.
13. Medición y Evaluación de la interacción Universidad-Entorno.
14. Políticas de CTI en la región para alcanzar los ODS.

Así, se procedió al Llamado público a presentar Trabajos hacia finales de 2018, recibiendo hacia mediados de 2019, cuando se cerró la recepción, un poco más de cuatrocientas propuestas. Luego, con el Comité Científico conformado por 157 investigadores de toda la región, se procedió a la evaluación rigurosa de cada trabajo, con el resultado final de aceptar 320 propuestas, 252 de las cuales efectuaron su ponencia presencial en el Congreso.

De esta manera, con el liderazgo de ALTEC, se presenta aquí el estado de la Gestión de la Tecnología y la Innovación en Latino-Iberoamérica en Clave de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que, se espera, apoye y oriente el trabajo académico, investigativo, empresarial y de gobierno de todos los actores de la región.

En particular, resalto estas preguntas generadas por los diversos trabajos presentados en

el Congreso, como orientadoras del pensamiento y la acción en Gestión de la Tecnología y la Innovación en los próximos años:

- ¿Qué relación determinar entre el concepto de Ciudad Inteligente y ODS?
- ¿Por qué se sigue descuidando la condición humana?
- ¿Cómo medir el resultado de estrategias de intervención en ODS basadas en Gestión de la Tecnología y la Innovación?
- ¿Estamos haciendo lo suficiente para comprender los fenómenos de globalización en clave ambiental?
- ¿Qué políticas públicas podrán favorecer la creación de valor en la transición hacia tecnologías más sostenibles?
- ¿Qué ambientes de negocio están favoreciendo el avance de los ODS?
- ¿Quién está generando las mejores prácticas de Gestión de la Tecnología y la Innovación en clave de ODS?
- ¿Qué formas de organización están dando resultado en clave de ODS?
- ¿Se está trabajando decididamente en nuevos paradigmas de gestión con base en los conceptos de economía circular?
- ¿Qué tipos e intensidades de transferencia de tecnología se requieren para los ODS?
- ¿Cómo incorporamos la gestión del riesgo en las funciones de la Gestión de la Tecnología y la Innovación?
- ¿Qué cultura de Gestión de la Tecnología y la Innovación se requiere para avanzar en los ODS?
- ¿Qué es lo que se debe optimizar, maximizar y minimizar organizacionalmente con el soporte de la Gestión de la Tecnología y la innovación?
- ¿Cómo manejar a los grandes conglomerados internacionales de publicación de cara a evitar sesgos, filtros y barreras en la investigación de tendencias en investigación y desarrollo tecnológico?
- ¿Qué métricas y que instrumentos de medición de impacto y relacionamiento con la sociedad necesita la Universidad como actor fundamental en la formación de futuros gestores de tecnología e innovación?
- ¿Cuáles son los paradigmas futuros que orientarán el diseño y puesta en marcha de políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación?

Para finalizar, no tengo más que agradecimientos para el Comité Organizador, el Comité Científico, los moderadores de mesa y los equipos logísticos, y de manera muy especial, para todos los autores de trabajos y para al equipo editorial de la Revista Debates sobre Innovación, por esta oportunidad que me brindaron como Editor Invitado de las Memorias de ALTEC 2019.

Medellín, Colombia, diciembre de 2019

Luciano GALLÓN
Presidente - Comité Científico ALTEC 2019

O papel das empresas juniores na formação dos estudantes universitários

Mariene Alves do Vale

Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação,
Brasil marieneavale@gmail.com

Ana Clara Cândido

Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação,
Brasil ana.candido@ufsc.br

Resumo

As empresas juniores estão presentes nas universidades há algumas décadas e poucas são as pesquisas científicas que as abordam. O estudo buscou conhecer o papel que essas organizações desempenham na formação dos estudantes universitários, por meio de uma pesquisa qualitativa exploratória. Foram analisados documentos das entidades representativas mais relevantes do Movimento Empresa Júnior e estudos empíricos publicados sobre o tema. Predominantemente, as empresas juniores contribuem para a formação ao facilitar o processo de aprendizagem e proporcionar o desenvolvimento de competências que serão úteis nos âmbitos profissional e pessoal dos estudantes universitários.

Palavras-chave

Empresa Júnior. Formação Profissional. Universidade Empreendedora.

1. Introdução

A sociedade passou por inúmeras mudanças ao longo dos séculos, que podem ser consideradas reflexos de alterações no ambiente, assim como no próprio comportamento dos indivíduos. Em outros termos, mudanças no meio levaram o homem a se adaptar e, por sua vez, a adaptação levou a novas mudanças.

No passado remoto, era suficiente caçar e colher para subsistência, mas com o avançar das eras, de agrícola para industrial, o foco tornou-se a produção de bens e o consumo. Com o advento de uma era digital, em que o foco são serviços e a organização social acontece em rede (Castells, 2016), a interação entre os indivíduos também se altera.

Culturas baseadas na oralidade adotaram a prática da escrita e a cultura da escrita evoluiu para a cultura impressa. Os conhecimentos de um povo não mais se restringiram ao que era recordado e transmitido pelos anciãos. Conseqüentemente, a interação do homem com o saber também se modificou, afetando o processo educativo.

A aprendizagem não mais se limita a questões comunitárias. Torna-se necessário se preparar para uma realidade em que acontecimentos locais podem gerar impactos globais. A educação deve estar atenta às mudanças no cenário do trabalho, assim como a formação de novos profissionais deve ser consonante com as demandas existentes.

O presente estudo buscou conhecer uma iniciativa no ensino superior, que visa aproximar as vertentes educação e trabalho, assim como teoria e prática, de modo a proporcionar o desenvolvimento de competências. Estabeleceu-se uma pesquisa qualitativa, bibliográfica e documental, com o objetivo de explorar o papel da empresa júnior [EJ] na

formação dos estudantes universitários, a partir de documentos provenientes de instituições representativas do Movimento Empresa Júnior [MEJ] e de publicações científicas sobre o tema.

Inicialmente, apresenta-se uma síntese das transformações ocorridas no mundo do trabalho e no contexto educacional, expondo o surgimento e a evolução do MEJ. Na sequência, são descritos os procedimentos metodológicos adotados, seguidos pela apresentação e discussão dos dados, encerrando-se com as considerações finais.

2. Trabalho e Educação

O homem diferencia-se de outras espécies por caracterizar-se como um ser social. As transformações que impõe à natureza são dotadas de intencionalidade e podem ser entendidas como trabalho, que é “a força que criou a espécie humana e a força pela qual a humanidade criou o mundo como o conhecemos” (Braverman, 1987, p. 53).

Ao invés de deixar-se guiar pelo instinto e os condicionamentos biológicos, o homem é capaz de aprender e de refletir sobre o seu fazer. Isso proporciona seu autodesenvolvimento e, de maneira coletiva, o desenvolvimento de toda a sociedade.

Na Idade Média, era suficiente saber um ofício, que seria aperfeiçoado por meio da experiência, decorrente de anos de prática. O conhecimento era passado de pai para filho, ou de mestre para aprendiz, como uma herança intangível que era transmitida de geração em geração.

A fim de facilitar o próprio trabalho e ampliar a oferta de produtos, foram desenvolvidas ferramentas e máquinas, ocasionando uma mudança na ordem produtiva. O homem teve que se adaptar aos novos meios de produção, decorrentes da Revolução Industrial. O trabalho passou a ser associado à atividade remunerada e o trabalhador àquele que vende sua força de trabalho para os detentores dos meios de produção (Lima, 1986).

No século XX, os reflexos da industrialização começaram a ser sentidos, seja no âmbito individual, como em forma de adoecimento físico ou mental, ou no âmbito coletivo, na escassez de recursos naturais e nos efeitos sobre o meio ambiente. Isso proporcionou novas formas de pensar e atuar sobre o mundo.

Um cenário dominado pela produção de bens abriu espaço para a prestação de serviços, exigindo novas habilidades. Nessas circunstâncias, tem-se trabalhadores que Marx chamou de improdutivos (Antunes, 2009), aqueles cujo trabalho não é elemento vivo na valorização do capital e na geração de mais valia, mas sim consumido como valor de uso, como um serviço que é igualmente necessário para que a produção aconteça e o sistema capitalista se mantenha.

Na segunda metade do século XX as mudanças aconteceram em um ritmo acelerado, a ponto de, em poucas décadas, novas tecnologias surgirem e já se tornarem obsoletas. Castells (2016) atribui às tecnologias de processamento de informação e de comunicação a essência das transformações desse período, e que se perpetuam pelo início do século XXI.

Toda essa transformação afeta diretamente o mundo do trabalho e, conseqüentemente, o contexto educacional. No século XX a abordagem tradicional, com suas carteiras enfileiradas, professores autoritários, materiais didáticos pouco atrativos e alunos em posição passiva de recebedores do conhecimento (Marion e Marion, 2006), atendia as demandas da época.

O mundo foi se modificando e novas abordagens pedagógicas surgiram, como a comportamentalista, a humanista, a cognitivista e a sociocultural (Mizukami, 1986), demonstrando que o que estava posto não era suficiente. Novos métodos têm sido propostos e,

cada vez mais, os estudiosos da área alertam para a necessidade do estudante assumir uma postura reflexiva e ativa, por exemplo, como a incentivada pela Flipped Learning Global Initiative [<https://flglobal.org/>].

Isso acontece não apenas na educação básica como também no ensino superior e vai ao encontro do anseio de inúmeros estudantes que reivindicam aulas mais dinâmicas e com conteúdos que sejam, de fato, relevantes para a formação profissional.

Ainda que a universidade seja um espaço para a reflexão e a construção do saber, visando formar cidadãos críticos, não se pode perder de vista que ela também forma profissionais para o mercado. Por isso, universidade e mercado devem ser parceiros, a fim de que os estudantes se tornem profissionais críticos e capacitados, não apenas nos quesitos técnicos, como também em habilidades comportamentais que serão essenciais na prática profissional.

Publicações técnicas sobre o assunto corroboram a necessidade de se estimular o desenvolvimento de diversas competências necessárias no mercado de trabalho. Em pesquisa feita em 2014 pela consultoria PricewaterhouseCoopers Auditores Independentes em parceria com a Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, gestores de 113 organizações de grande porte apontaram as principais características aos novos modos de trabalho, sendo algumas delas a capacidade de exercer a liderança e a habilidade de formação de equipes, a colaboração ou capacidade de trabalho em equipe, o uso da criatividade, a autonomia e o intraempreendedorismo (PricewaterhouseCoopers, 2014).

Em relatório de 2016 do World Economic Forum afirma-se que, até 2020, aproximadamente “(...) mais de um terço dos conjuntos de habilidades essenciais desejadas para a maioria das ocupações será composto por habilidades que ainda não são consideradas cruciais para o trabalho atual” (World Economic Forum, 2016, p. 20, tradução nossa). Elas são divididas em aptidões, habilidades básicas e habilidades multifuncionais. O primeiro grupo compreende, por exemplo, flexibilidade cognitiva e criatividade, o segundo grupo contempla, dentre outras, aprendizagem ativa e pensamento crítico, e o terceiro grupo abarca habilidades classificadas em cinco conjuntos, a saber, habilidades técnicas (ex. programação; tecnologia e *design* de experiência de usuário), resolução de problemas complexos, gestão de recursos, habilidades sistêmicas (ex. julgamento; tomada de decisão) e habilidades sociais (ex. inteligência emocional; persuasão).

Em publicação mais recente do Korn Ferry Institute (2018), 20 países foram estudados e, o que se espera para 2030 é uma escassez de aproximadamente 85,2 milhões de “talentos”, o que representa uma receita não realizada de US\$ 8.452 trilhões, equivalente à soma dos Produtos Internos Brutos de Alemanha e Japão. Em relação ao Brasil, o presidente do instituto, Jean-Marc Laouchez, afirma que o país “(...) já está no meio de uma grave escassez de habilidades. Várias iniciativas foram lançadas em um esforço para preencher a lacuna de habilidades e acompanhar os ambiciosos programas de infraestrutura, mas muito mais precisará ser feito para o país atingir seu potencial de crescimento.” (Korn Ferry Institute, 2018, p. 31).

Em uma conjuntura que desafia professores e estudantes, iniciativas devem ser planejadas e implementadas a fim de subsidiarem o aprendizado e o aperfeiçoamento de habilidades técnicas e comportamentais. Ainda em meados do século XX, uma delas buscou aproximar os estudantes do mercado e se tornou um movimento difundido globalmente, conforme apresentado na sequência.

2.1. Empresas junio

As EJs surgiram na França em 1967, por iniciativa do estudante Bernard Caioso (Sangaletti & Carvalho, 2004), da École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales. O objetivo era proporcionar uma vivência profissional aos estudantes, prestando serviços de qualidade por valores mais acessíveis do que os praticados por consultorias convencionais, por serem profissionais ainda em formação.

A iniciativa inspirou estudantes de outras instituições e dois anos mais tarde a França possuía mais de 20 EJs, o que levou à criação da Confédération Nationale des Junior-Entreprise [CNJE], que até o início da década de 1980 já contava com mais de 100 EJs (Matos, 1997). A CNJE representava o MEJ, então incipiente, e protegia a marca Empresa Júnior para garantir a qualidade dos serviços oferecidos por essas organizações.

O MEJ se expandiu e outros países, como Alemanha, Holanda, Espanha e Itália, viram nascer e crescer EJs em suas universidades, dando origem à Junior Association for Development in Europe entre os anos de 1992 e 1993 (Sangaletti & Carvalho, 2004). Com isso, os empresários juniores puderam compartilhar experiências em um âmbito mais amplo, por meio de reuniões e congressos internacionais, fortalecendo o MEJ na Europa. Atualmente denominada European Confederation of Junior Enterprises (JEEurope), a entidade reúne 14 países, com 365 EJs de 250 universidades, totalizando mais de 30 mil estudantes universitários e 5.300 projetos realizados por ano (JEEurope, 2019).

Durante a década de 1980, essa expansão ultrapassou a Europa e o MEJ despontou na África, em Camarões e na Costa do Marfim, e nas Américas, no Brasil e no Canadá (Matos, 1997).

O MEJ chegou ao Brasil em 1987 e, a partir das discussões realizadas em eventos nacionais, foi fundada em 2003 a Confederação Brasileira de Empresas Juniores [Brasil Júnior]. Ela tornou-se a maior do globo e congrega 25 federações estaduais que possuem mais de 600 EJs federadas (Brasil Júnior, 2019a). De acordo com o Censo & Identidade de 2016, edição mais recente do relatório anual produzido pela Brasil Júnior, 4.865 projetos foram realizados pelas EJs federadas, sendo 41,6% para micro e pequenas empresas, alcançando um faturamento de quase R\$12 milhões (Brasil Júnior, 2016a).

A Figura 1 mostra a localização das EJs ao redor do planeta e, como pode-se observar, as maiores concentrações estão na Europa e no Brasil. Não por acaso, JEEurope e Brasil Júnior são as duas entidades responsáveis pela Junior Enterprise World Conference, a conferência bienal que reúne empresários juniores de todo o mundo, e cuja localização do evento se alterna entre Europa e Brasil a cada edição. O evento é o maior do MEJ e possibilita a troca de experiências entre empresários juniores de diferentes países e culturas, fortalecendo a identidade e os vínculos do movimento em âmbito global.

No segundo momento, efetuou-se uma análise de artigos publicados sobre o tema, decorrentes de estudos empíricos. Os artigos foram selecionados em uma base de dados de acesso aberto, o Directory of Open Access Journals [DOAJ], em 2 de abril de 2019.

Inicialmente, a busca foi efetuada com o termo <“*junior enterprise*”>. Todavia, os documentos recuperados possuíam textos completos em português. Então, foi usado o termo <“empresa júnior”>, que retornou 34 trabalhos; porém, alguns não possuíam relação com a temática aqui proposta. Diante das opções de busca, utilizou-se a expressão de consulta <“empresa júnior” AND formação> e o filtro *Articles*, resultando em dez artigos, dos quais dois eram arquivos replicados. Assim, oito artigos foram analisados.

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

As informações disponibilizadas pelas entidades representativas do MEJ e pelos artigos recuperados são apresentadas e discutidas a seguir.

4.1. A perspectiva de entidades representativas do Movimento Empresa Júnior

A JEEurope apresenta em sua página inicial na *web* a frase “Empoderamos, por meio do conceito de Empresa Júnior, estudantes capazes e comprometidos para gerar um impacto relevante.” (JEEurope, 2019, tradução nossa). De imediato, é possível perceber a importância dada ao que é feito, com foco no estudante e no que ele pode realizar a partir da experiência como empresário júnior.

No rodapé da página inicial, que se repete nas demais páginas, são expostos alguns dados sobre a entidade, como o número de empresas federadas e de projetos realizados ao ano, bem como o volume de negócios gerados, que chega a €15 milhões. É ressaltada a proatividade da rede e os benefícios a estudantes, universidades, pequenas e médias empresas e demais *stakeholders*, e afirmado que a rede de EJs preenche a lacuna entre a academia e o ambiente de negócios.

O fato de proporcionar uma vivência profissional para estudantes contribui para a formação, muitas vezes deficitária, oferecida pelas universidades que, geralmente, focam apenas o ensino e a pesquisa. Desse modo, o estudante adquire determinadas habilidades somente quando ingressa em algum estágio, o que tende a acontecer nos últimos semestres do curso. Em contrapartida, as EJs por vezes aceitam estudantes de semestres iniciais, possibilitando a aquisição e o desenvolvimento de habilidades ao decorrer da graduação, de modo que, quando a finalizam, estão mais capacitados do que os estudantes que não passaram pelo MEJ.

Além disso, a própria experiência de empresário júnior pode ser um diferencial para a obtenção de estágio e, posteriormente, de emprego, ou para a abertura do próprio negócio. Segundo a JEEurope (2019), empresários juniores aumentam sua empregabilidade em 20%, quando comparados aos estudantes que não tiveram tal experiência, e destacam-se com base em quatro princípios. O primeiro é a crença no poder da rede, que faz com que os estudantes lidem bem com os relacionamentos interpessoais e ajam de maneira colaborativa, pois sabem que é possível alcançar melhores resultados quando se trabalha em conjunto. O segundo diz respeito à mentalidade empreendedora, relacionada à percepção de novas oportunidades e à busca por desafios. O terceiro é a atitude dirigida, isto é, priorizar ações em detrimento de palavras e objetivos em detrimento de sonhos. O quarto refere-se aos resultados significativos,

que correspondem à clareza de objetivos relativos aos propósitos com os quais os empresários juniores se identificam.

As universidades se beneficiam na medida em que, por meio do MEJ, se aproximam do mercado e compreendem as demandas existentes, buscando reestruturar currículos, abrir novos cursos, firmar parcerias, de modo a tornarem-se mais consonantes com o ambiente externo.

As empresas se beneficiam por poderem contar com serviços que atendem às suas necessidades com qualidade e a custos acessíveis. Apesar de não serem profissionais, são estudantes de instituições de excelência, que possuem um corpo docente altamente qualificado, que transmite aos alunos conhecimentos técnicos validados e confiáveis. No caso de EJs que possuem professores orientadores, como acontece no Brasil, os clientes têm acesso, por meio dos empresários juniores, à *expertise* de pesquisadores e profissionais que costumam ser referência em suas respectivas áreas de pesquisa e atuação.

Na página *JE Network*, uma das primeiras informações são as metas que a confederação possui. Até 2021 é esperado o total de 500 EJs confederadas e de 5.750 projetos por ano, indicando a determinação de objetivos mensuráveis, que resultaram em metas claras e estabelecidas dentro de um horizonte temporal específico. Desse modo, os empresários juniores agem de maneira profissional, não simplesmente realizando projetos um dia após o outro, mas planejando e atuando de forma estratégica. Ao concluírem a graduação e se inserirem no mercado, precisarão responder ao mesmo cenário, ou seja, se adaptar a um ambiente corporativo que analisa, planeja e estabelece metas que devem ser cumpridas. Assim, a vivência no MEJ possibilita lidar com essas questões ainda sendo estudantes.

Outro conteúdo relevante para o presente trabalho é o disponibilizado na página *Create a JE*. Nela, a JEEurope destaca os principais motivos pelos quais se deve ter mais EJs. O primeiro deles é a filosofia do aprender fazendo, visto que os estudantes aprendem gestão na prática, gerindo estrategicamente uma organização que se mantém em contato direto com o mercado. O segundo refere-se à abordagem de educação empresarial, pois os conteúdos aprendidos são praticados por meio da realização de projetos de prestação de serviço que são, muitas vezes, complexos e desafiadores. O terceiro apresenta o argumento de que tudo se trata de habilidades empreendedoras, pois os empresários juniores precisam aprender a reconhecer oportunidades, planejar, implementar e alcançar resultados. O quarto é a oferta de talentos para o mercado, reforçando a informação de que empresários juniores aumentam em 20% sua empregabilidade, em comparação com os demais estudantes universitários. E o quinto expõe o impacto gerado, visto que promove o crescimento de empresas de pequeno e médio porte e faz com que os profissionais em formação saibam entregar resultados concretos.

A Brasil Júnior, por sua vez, exhibe no topo da sua página inicial na *web* uma chamada para os empresários, com os dizeres “Se em uma semana 20 mil jovens conseguem renovar o empreendedorismo no nosso país, quão gigante conseguimos ser durante o restante do ano?” seguida pelo *link* “Contrate uma EJ”. Abaixo são disponibilizados materiais de interesse para os próprios empresários juniores, como artigos e produtos da Brasil Júnior (ex. Suporte a Federações; Selo EJ; MEJ Carreiras; etc.).

Os artigos são válidos para aquisição de conhecimento e compartilhamento de experiências, pois alguns tratam de orientações técnicas para aperfeiçoar processos e serviços, enquanto outros abordam casos de sucesso de EJs da rede. Além disso, há conteúdos relativos à vida profissional de modo geral, escritos em parceria com profissionais do mercado, demonstrando a interação existente entre essas esferas e o cuidado em oferecer para o empresário júnior materiais úteis para sua formação, para além do âmbito do MEJ.

Na página sobre a Brasil Júnior, é apresentado o que é a entidade, contemplando

também conteúdo sobre a missão, a visão e os valores, sendo possível acessar o documento do planejamento estratégico da rede.

A sua missão assemelha-se ao disposto na JEEurope, visto que se relaciona à formação do estudante, ao seu comprometimento e à sua capacidade para transformar o país. A visão determina que a Brasil Júnior fortalecerá a educação empreendedora, sendo este um dos pilares de seus objetivos estratégicos, que ainda contemplam desenvolvimento da rede e impacto no ecossistema.

Segundo o planejamento estratégico da Brasil Júnior, a formação empreendedora perpassa por três aspectos que compõem o líder empreendedor, sendo eles a gestão, os projetos e a cultura empreendedora (Brasil Júnior, 2016b). No primeiro, busca-se capacitar para gestão, a fim de alcançar metas de maneira consistente e formar equipes de alta performance. No segundo, capacita-se para projetos, com o objetivo de executar um número maior deles e criar melhores soluções para o mercado. No terceiro, o objetivo é participar ativamente da rede, para superar e compartilhar grandes desafios e inspirar pessoas com os valores do MEJ.

Esses valores abarcam compromissos com resultados, buscando superar as expectativas das partes interessadas; sinergia, respeitando a diversidade e trabalhando em conjunto para que o todo seja maior que a soma das partes; orgulho de ser MEJ, focando no propósito e trabalhando pelo que acreditam; transparência, sendo transparentes em todas as ações e exercitando a consciência de que um futuro melhor se faz com ética e compromisso com a verdade; e postura empreendedora, atuando numa perspectiva de inconformismo, visão para oportunidades, pensamento inovador e capacidade de realização (Brasil Júnior, 2019b).

Vivenciar diretamente esses valores ainda na graduação contribui para a formação profissional dos estudantes universitários que participam do MEJ e reflete em outros âmbitos de suas vidas. Ademais, o fato de um dos pilares da formação empreendedora incentivar a inspiração de outras pessoas com os valores do MEJ, demonstra a preocupação em difundi-los para além das fronteiras das EJs e a disposição em tornar a sociedade melhor.

A consulta às informações sobre a JEEurope e a Brasil Júnior levou a materiais sobre a Junior Enterprise World Conference de 2016, realizada no Brasil. Vale mencioná-la porque um importante passo foi tomado por entidades representativas naquela ocasião. A JEEurope e as confederações francesa, holandesa, inglesa, polonesa, austríaca, brasileira, mexicana e argentina assinaram um Memorando de Entendimento, que almeja expandir o MEJ por meio da criação de confederações locais oficiais (Pamplona, 2016).

No ano seguinte, uma missão internacional já foi conduzida pela Brasil Júnior em parceria com a confederação estadunidense e a consultoria brasileira Eureka. A missão passou por cinco EJs em diferentes locais dos EUA, promovendo visitas e workshops com o intuito de facilitar a construção da identidade do MEJ no país. Segundo Vitor Valentim, presidente da Junior Enterprise USA, o resultado foi positivo, visto que engajou as EJs a se autoconhecerem, desenvolverem estratégias para superarem seus desafios e promoverem uma cultura organizacional mais forte (Rodrigues, 2017).

Em relação à América do Sul, um marco foi a concretização da abertura da primeira EJ colombiana, em agosto de 2017 (Fundación Universitaria de Popayán, 2017), demonstrando que o MEJ continua crescendo e que há um real esforço tanto para estimular a criação quanto para regular o funcionamento das EJs em mais países.

O movimento tornou-se reconhecido ao longo dos anos, tendo em vista os resultados quantitativos e qualitativos que angariou, como o volume de negócios gerados e as competências desenvolvidas pelos seus integrantes. Além disso, demonstra o engajamento dos

empresários juniores naquilo em que acreditam, agindo sempre para potencializar os impactos positivos gerados pelo próprio MEJ, compartilhando-os com toda a rede envolvida.

4.2. Estudos empíricos sobre o tema

Tendo em vista que as informações presentes nos *sites* da JEEurope e da Brasil Júnior podem ser tendenciosas, pelo fato de representarem e defenderem os interesses do MEJ, analisou-se também publicações científicas sobre EJs que abordam a formação dos estudantes. Conforme descrito nos procedimentos metodológicos, a consulta no DOAJ retornou oito artigos válidos para análise, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos recuperados no DOAJ sobre empresa júnior e formação

	Título	Autores	Ano	Escopo da pesquisa
1	Empreendedorismo e inovação tecnológica – uma nova metodologia	Santos, Leite e Araújo	2005	Qualitativa; descritiva; estudo de caso
2	A formação e a construção de competências para a atuação do profissional de Secretariado Executivo – um estudo de caso em uma empresa júnior	Lima e Cantarotti	2010	Qualitativa; descritiva; estudo de caso
3	Empresa júnior e a reprodução da ideologia da Administração	Bicalho e Paula	2012	Qualitativa; descritiva; estudo de caso
4	Contribuições da empresa júnior para a formação profissional dos estudantes de Química e Engenharia Química da UFV	Cunha e Souza	2015	Qualitativa; exploratória; questionário misto
5	Empresa júnior e formação empreendedora de discentes do curso de Administração	Barbosa <i>et al</i>	2015	Quantitativa; descritiva <i>survey</i>
6	Determinantes do processo de aprendizagem no programa trainee da Empresa Júnior de Administração (EJA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	Silva, Costa e Dias	2016	Qualitativa; exploratória; estudo de caso
7	O desenvolvimento de competências por meio da extensão universitária: o caso da Global Jr. ESPM-SP na formação do diplomata corporativo	Coelho e Videira	2017	Qualitativa; descritiva; estudo de caso
8	Empresa júnior na atuação do profissional consultor de Biblioteconomia: um estudo de caso a partir da Universidade Federal de Goiás	Mendes, Fraga e Oliveira	2018	Quantitativa e qualitativa; descritiva e explicativa; documental e estudo de caso

Fonte: Dados da pesquisa.

O artigo 1 descreve estratégias utilizadas pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, no Brasil, para integrar o ensino, a pesquisa e a inovação tecnológica. A EJ é citada como um meio para estimular o empreendedorismo entre os estudantes e alavancar processos de incubação na instituição. Contudo, as ações e os resultados relacionados à EJ não são explorados com profundidade no estudo.

O artigo 8 retrata uma investigação realizada com estudantes de Biblioteconomia, o que não é comum, visto que a maioria dos trabalhos sobre o tema são provenientes da Administração. Ele foi realizado em um contexto em que a EJ não estava em pleno

funcionamento, sendo constatado, dentre outros resultados, que 47% dos respondentes sequer tinham conhecimento da existência da empresa e que 41% não sabiam que o bibliotecário poderia atuar com consultoria. Os pesquisadores observaram que deveria haver um envolvimento maior dos estudantes com a EJ do curso, pois apesar de demonstrarem interesse em participar de suas atividades, a maioria não se envolveu com a implantação e manutenção da empresa, deixando de usufruir dos benefícios que a vivência poderia proporcionar.

Os artigos 2, 4, 5 e 7 dizem respeito a estudos que apresentam as competências desenvolvidas por estudantes universitários por meio da participação em EJs. Ressalta-se que nos quatro casos é verificado o desenvolvimento de competências tanto técnicas quanto comportamentais.

As competências recorrentemente citadas são: a melhor compreensão de conhecimentos estudados no respectivo curso, a partir da aplicação prática por meio da prestação de serviço, bem como o conhecimento técnico referente a métodos e técnicas utilizados em gestão, por exemplo, gestão de projetos e ferramentas dos sistemas de qualidade; o empreendedorismo, tanto relacionado aos aspectos de gestão da própria EJ, quanto à percepção de oportunidades de novos negócios; liderança e comunicação, abarcando relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, delegação de tarefas, argumentação e persuasão, imparcialidade, dentre outros aspectos; e inovação, relacionada à gestão inovadora e responsável, à resolução de problemas complexos e ao desenvolvimento da criatividade.

Discorrendo brevemente sobre cada um deles, o artigo 2 é válido para compreender como as disciplinas da graduação à qual a EJ está relacionada contribuem, ou não, para a atuação dos empresários juniores, podendo servir de referência para aplicação em outros cursos.

O artigo 4 aborda a importância do empreendedorismo e da liderança relacionados à educação, pois uma parcela dos participantes são estudantes de licenciatura e os autores referenciam especialistas que corroboram a necessidade de se capacitar futuros professores para além dos conhecimentos técnicos. No senso comum, a tendência é acreditar que os licenciados atuam exclusivamente com docência e que esta, por sua vez, envolve apenas a transmissão de conhecimento teórico. Todavia, mesmo quando o foco é a sala de aula, conforme explicam os autores, é preciso trabalhar a motivação e a capacidade de adaptação, tendo em vista possíveis problemas escolares, e também a capacidade de empreender, para que o professor possa contribuir, de fato, com o fazer educação.

O artigo 5 é o único que trata de uma pesquisa exclusivamente quantitativa, que relacionou possíveis contribuições da EJ (ex. crescimento pessoal, acadêmico e profissional; e desenvolvimento de perfil empreendedor) com determinadas variáveis (ex. saber trabalhar em equipe; criatividade; habilidade para resolver problemas). Os autores constataram que os empresários juniores apresentam características empreendedoras relacionadas a planejamento, liderança, capacidade de assumir riscos, autoeficácia, persistência e sociabilidade. As principais variáveis estatisticamente significativas foram o aprendizado prático e profissional, o crescimento acadêmico, a inovação, a iniciativa, a liderança e a habilidade de trabalhar sob pressão.

O artigo 7 explora a importância da extensão universitária, sendo a EJ uma das iniciativas existentes na instituição pesquisada e que apresenta impactos positivos na formação dos estudantes. Por se tratar de uma área que possui campos de atuação tradicionais, a EJ auxilia os estudantes a perceberem outras possibilidades de atuação, não apenas quanto à prática profissional em si, mas também em relação à diversidade de segmentos potenciais para inserção dos egressos do curso.

Por fim, os artigos 3 e 6 trazem visões mais críticas, mostrando a face potencialmente prejudicial das EJs.

O artigo 6 retrata aspectos facilitadores para a aprendizagem dos empresários juniores, sendo eles o trabalho em equipe, o nível de exigência e a aprendizagem baseada na ação. O primeiro envolve o relacionamento interpessoal, o senso de cooperação e a resolução de conflitos. O segundo é considerado positivo por ser percebido como uma preparação para o mercado de trabalho. O terceiro favorece a compreensão do conhecimento teórico e a resolução de dúvidas. Em contrapartida, são também expostos os fatores limitantes da aprendizagem, que incluem a rotina, os conflitos comportamentais e ideológicos e as pressões do contexto social. A rotina caracteriza-se como um fator limitante por tornar difícil conciliar as atividades da EJ com outras demandas, sejam elas acadêmicas ou pessoais, podendo interferir negativamente no desempenho, afetar a saúde física e mental e prejudicar as relações sociais do estudante. Os conflitos referem-se à postura adotada por alguns membros mais antigos, que reproduzem sem criticidade a conduta aprendida na própria EJ, fazendo com que seja priorizado o trabalho em detrimento dos estudos e do lazer e exigida uma conduta profissional mesmo fora do ambiente da empresa, inclusive cerceando maneiras de se comportar e se vestir. As pressões do contexto social decorrem da preocupação de pessoas próximas, como familiares e professores, que percebem a mudança danosa no comportamento do estudante universitário e buscam alertá-lo, ou mesmo dissuadi-lo, sobre a participação na EJ, para que ela não interfira negativamente nas suas relações sociais e no seu desempenho acadêmico.

O artigo 3 concentra-se nos aspectos negativos que permeiam a experiência de participação em uma EJ, abordando questões pouco exploradas em outras pesquisas. As autoras expõem a ideologia da Administração e como a EJ se caracteriza como um espaço de reprodução dessa ideologia, no qual os estudantes universitários são preparados, como mercadorias, para atender o ambiente corporativo. Nesse sentido, a instituição de ensino acaba sendo subserviente ao mercado, ao invés de estimular os estudantes a pensar e agir de forma reflexiva e crítica, e a EJ se torna um local de violências interpessoais e simbólicas, antecipando as violências às quais os estudantes estarão submetidos quando ingressarem no mercado de trabalho.

Os dois últimos artigos demonstram que a passagem pela EJ pode ser prejudicial, quando os estudantes agem de maneira irrefletida e acrítica. Porém, a maioria dos materiais analisados apresenta visões positivas, descrevendo diversas contribuições para a formação profissional.

5. Considerações Finais

O estudo apresentou o papel das EJs na formação dos estudantes universitários, por meio de pesquisa documental de acesso aberto, em *sites* das maiores entidades representativas do MEJ, a JEEurope e a Brasil Júnior, e de estudos empíricos realizados sobre o tema.

A EJ é uma empresa gerida exclusivamente por graduandos e se caracteriza como um importante espaço de aprendizagem nas universidades, contribuindo para o desenvolvimento de competências e valores, aplicáveis não apenas no contexto profissional, como também na vida pessoal dos integrantes.

Ao participar de uma EJ, o estudante tem acesso à vivência profissional e sua formação se torna mais rica, por meio da gestão de uma empresa e da prestação de serviços para o mercado. Com isso, pode aplicar o que é visto em sala de aula e se aperfeiçoar tecnicamente,

assim como pode aprender aspectos relacionados à gestão, adquirindo conhecimentos e habilidades para gerir seu próprio negócio, ou ainda para atuar de maneira intraempreendedora em qualquer organização da qual venha a fazer parte.

A relevância da EJ para a formação profissional é corroborada na maioria dos documentos e artigos analisados. Todavia, para além da visão favorável recorrentemente disseminada, há estudos que demonstram que a conduta adotada em algumas organizações pode inibir a reflexão e a postura crítica dos estudantes e servem de alerta para que essa não seja a abordagem predominante no MEJ.

Recomenda-se que mais estudos empíricos sejam realizados, a fim de ampliar a compreensão sobre os benefícios e prejuízos causados pelas EJs, em relação à formação dos estudantes universitários que delas participa.

6. Referências

- Antunes, Ricardo (2009). Os sentidos do trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho. 2. ed. São Paulo: Boitempo.
- Braverman, Harry. *Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
- Castells, Manuel (2016). *A sociedade em rede*. (17a ed.). São Paulo: Paz e Terra.
- Confederação Brasileira de Empresas Juniores (2016a). *Censo & Identidade: relatório 2016*. Recuperado em 8 abril, 2019, de <http://brasiljunior.rds.land/censo-identidade-relatorio-2016>
- Confederação Brasileira de Empresas Juniores (2016b). Planejamento estratégico da rede 2016-2018. Recuperado em 8 abril, 2019, de https://issuu.com/brasiljunior/docs/planejamento_estrategico_da_rede_2
- Confederação Brasileira de Empresas Juniores (2019a). *Conheça o MEJ*. Recuperado em 7 agosto, 2019, de <https://brasiljunior.org.br/conheca-o-mej>
- Confederação Brasileira de Empresas Juniores (2019b). *Conheça a Brasil Júnior*. Recuperado em 7 agosto, 2019, de <https://brasiljunior.org.br/conheca-a-brasil-junior>
- Cunha, Murilo Bastos da (2001). *Para saber mais: fontes de informação em ciência e tecnologia*. Brasília: Briquet de Lemos, Livros.
- European Confederation of Junior Enterprises (2019). *Junior Enterprises Network*. Recuperado em 7 agosto, 2019, de <https://juniorenterprises.eu/je-network/>
- Fundación Universitaria de Popayán – FUP (2017). *La FUP crea primera empresa junior en Colombia*. Recuperado em 8 abril, 2019, de <https://fup.edu.co/la-fup-crea-primera-empresa-junior-en-colombia/>
- Korn Ferry Institute (2018). *Future of work: the global talent crunch*. Los Angeles: Korn Ferry Institute. Recuperado em 10 abril, 2019, de <https://futureofwork.kornferry.com/>
- Lei nº 13.267, de 6 de abril de 2016 (2016, 7 de abril). Disciplina a criação e a organização das associações denominadas empresas juniores, com funcionamento perante instituições de ensino superior. *Diário Oficial da União*, Brasília. Recuperado em 10 abril, 2019, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13267.htm
- Lima, Maria Elizabeth Antunes (1986). *O significado do trabalho humano: mito e ilusões do homem moderno*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Marconi, Marina de Andrade & Lakatos, Eva Maria (2013). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. (7. ed. 7. reimpr.). São Paulo: Atlas.
- Marion, José Carlos & Marion, Arnaldo Luís Costa (2006). *Metodologias de ensino na área de negócios: para cursos de administração, gestão, contabilidade e MBA*. São Paulo: Atlas.

- Matos, Franco de (1997). *A empresa júnior no Brasil e no mundo*. São Paulo: Martin Claret.
- Mizukami, Maria da Graças Nicoletti (1986). *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU.
- Pamplona, Patrícia (2016). *Empresas juniores querem expandir atuação para mais 10 países até 2018*. Recuperado em 8 abril, 2019, de <https://www1.folha.uol.com.br/empreendedorsocial/2016/07/1795617-empresas-juniores-querem-expandir-atuacao-para-mais-10-paises-ate-2018.shtml>
- PricewaterhouseCoopers (2014). *O futuro do trabalho: impactos e desafios para as organizações no Brasil*. São Paulo: PwC. Recuperado em 10 abril, 2019, de <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/futuro-trabalho-14e.pdf>
- Rodrigues, Lucas (2017). *Global Journeys: saiba como foi a missão internacional de expansão*. Recuperado em 8 abril, 2019, de <https://brasiljunior.org.br/conhecimento/artigos/global-journeys-saiba-como-foi-a-missao-internacional-de-expansao>
- Sangaletti, Cristhini & Carvalho, Gustavo (2004). Introdução ao Movimento Empresa Júnior. In.: Moretto Neto, Luís et al. (Orgs.). *Empresa júnior: espaço de aprendizagem* (pp. 17-27). Florianópolis: [s.n.].
- World Economic Forum (2016). *The future of jobs*. Genebra: WEF. Recuperado em 10 abril, 2019, de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

Propuesta de ajuste curricular alineada con la iniciativa CDIO para una línea de formación técnica en un colegio multiétnico en la ciudad de Leticia

Jorge Andrés Araujo Bernal
Universidad Pontificia Bolivariana, Estudiante de Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación,
Colombia
jorge.araujo@upb.edu.co

Jorge Alonso Manrique Henao, PhD.
Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad Ingeniería Textil, Colombia
jorge.manrique@upb.edu.co

Gustavo Adolfo Hincapie Llanos, MsC.
Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Colombia
gustavo.hincapie@upb.edu.co

Resumen

La iniciativa Concebir-Diseñar-Implementar-Operar (CDIO), pretende lograr que un plan de estudios promueva en el futuro de sus egresados habilidades para crear sistemas y productos desde la concepción de ingeniería, basándose en proyectos y trabajo en equipo.

El presente artículo forma parte del diseño de contenidos, metodología de enseñanza y de evaluación para una actualización curricular, que pertenece al trabajo de grado de la maestría en Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana titulado: Propuesta de ajuste curricular en una línea de formación técnica industrial para la explotación sostenible de frutos nativos amazónicos en una Institución Educativa Multiétnica de la ciudad de Leticia en el departamento del Amazonas.

En ese sentido, el artículo plantea una metodología a partir de los lineamientos de CDIO y cinco fases: i) caracterización del contexto, ii) conformación del equipo del proyecto, iii) identificación de los factores con base en opiniones de la parte interesada, iv) diagnóstico del estado actual del plan de estudios y v) la propuesta de ajuste curricular.

Como caso de estudio para la metodología, se presenta la alineación del plan de estudios en la actual línea de formación técnica de la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco (IEMSJB).

Palabras clave

CDIO, ajuste curricular, plan de estudios, formación técnica.

1. Introducción

El departamento del Amazonas, ubicado al sur de Colombia, es reconocido como la más grande reserva de servicios ecológicos no sólo para los pueblos indígenas y comunidades locales, sino también para el resto del mundo (Gobernación del Amazonas, 2016), así mismo, no ha sido la excepción ante la compleja situación social y económica que vive actualmente las zonas rurales de América Latina (Ávila, 2017).

Nacer en el Amazonas Colombiano implica crecer en un departamento olvidado y

desamparado por los gobiernos de turno que, al parecer, desconocen el significado de los recursos selváticos del país; debido a ello, sus jóvenes buscan mejores alternativas y una de ellas es educarse en el municipio de Tabatinga (Brasil), debido entre otras cosas, a que la educación es gratuita y de mejor calidad en comparación con la ofrecida en la ciudad de Leticia (Gobernación del Amazonas, 2016).

Al terminar su bachillerato y en su afán de buscar mejores alternativas, los jóvenes sólo pueden estudiar en la ciudad de Bogotá (Colombia) o Manaus (Brasil) (Gobernación del Amazonas, 2016), situación que los lleva posteriormente, a olvidar lo aprendido tras varios años de formación y a corroborar el discurso sobre la calidad de la educación y la pertinencia de los programas curriculares, en los que según la FAO (2014) citado en (Ávila, 2017) falta “Diseñar un currículo pertinente y apropiado para los sectores rurales, para generar una oferta educativa significativa para los niños y jóvenes rurales” (p.11).

El objeto de este artículo es proponer un ajuste curricular para una línea de formación técnica en un colegio multiétnico en Leticia Amazonas.

Partiendo de un enfoque cualitativo, se emplea la metodología CDIO, con el fin de impulsar el trabajo autóctono y de fomentar el emprendimiento en los estudiantes cuando terminen su bachillerato.

La elección de dicha metodología promueve la generación de iniciativas de aprendizaje desde las aulas de clase para generar impacto en la comunidad, como aporte para la región amazónica a través del currículo (Suarez, 2012).

Durante los últimos años, los procesos de revisión y actualización curricular de los planes de estudio se han venido transformando mediante procesos de mejoramiento curricular, que según (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013) hacen referencia a tres aspectos importantes:

- Primero. Toman en cuenta las opiniones de las partes interesadas en el programa (para este caso fueron las fases identificadas).
- Segundo. Además de la formación profesional, consideran de forma explícita el desarrollo y consolidación de competencias.
- Tercero. En los diferentes cursos (microcurrículo), los bloques de formación básica del programa incluyen compromisos explícitos para el desarrollo de competencias, utilizando para ello mecanismos para su evaluación.

Desde esa óptica, CDIO se ha utilizado para apoyar los procesos de rediseño curricular (Crawley et al., 2007) citado en (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013, p, 2), siendo aplicado en este contexto desde la formación media técnica (Formación para el desempeño laboral en uno de los sectores de la producción y de los servicios, y para la educación superior (Ministerio de Educación Nacional, 2012)), considerando las diferentes perspectivas de formación del ingeniero en sus dimensiones: disciplinar, interpersonal y profesional igual que sus capacidades para suministrar soluciones a los diferentes problemas de su entorno.

1.1. Historia

La iniciativa CDIO, parte de la necesidad de revisar el sesgo y reivindicar la práctica y las aplicaciones en ingeniería y carreras técnicas en la década de los 80 (Hugo, CDIO, 2015) citado en (Cadavid, M. A. L., & González, G, & C, 2015).

Más adelante en 1995, la compañía Boeing presenta una serie de condiciones para la formación en ingeniería, partiendo de los conocimientos fundamentales en:

“Ciencia, conocimientos profundos en procesos de diseño y manufactura, perspectiva

multidisciplinaria y sistémica, comprensión básica del contexto económico y habilidades de comunicación, estándares éticos, habilidades críticas y creativas, flexibilidad y trabajo en equipo” (Hugo, CDIO, 2015) citado en (Cadavid, M.A.L. et al, 2015, p. 1).

A partir de dichas condiciones, el Massachusetts Institute of Technology junto con tres universidades del norte de Europa (Chalmers Institute of Technology, Linköping University y Royal Institute of Technology), crean en el año 2000 un proyecto llamado iniciativa CDIO, planteando que la ingeniería consiste en concebir, diseñar, implementar y operar (Hugo, CDIO, 2015) citado en (Cadavid, M.A.L. et al, 2015).

En el 2001, dicho proyecto toma forma, pero es hasta el 2004 dónde empieza el desarrollo de sus estándares. En el 2005, la Universidad de Canadá realizó la primera conferencia en CDIO, y un año después, emergen sus primeros conocimientos en Europa, Norteamérica, Reino Unido e Irlanda (CDIO, 2014).

Desde sus inicios CDIO, ha generado una serie de recursos que cada plan de estudios podría adaptar para cumplir sus objetivos. Dichos recursos, se han basado en currículos organizados, alrededor de disciplinas que se apoyan unas a otras y que se relacionan con habilidades personales e interpersonales, además de habilidades para la construcción de productos, procesos o sistemas (Cdio.org, 2010).

Es por ello, que CDIO busca que un plan de estudios fomente en el futuro de sus egresados las habilidades que permitan crear sistemas y productos, iniciando desde la formación técnica (para este caso) y utilizando la concepción en ingeniería, mediante un enfoque orientado a proyectos y trabajo en equipo (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013), desarrollados tanto en las aulas de clase, como en espacios de trabajo (Cdio.org, 2010).

1.2. CDIO en el Mundo

Universidades de gran reconocimiento mundial (Chalmers University of Technology, Linköping University, Royal Institute of Technology (Suecia) y Massachusetts Institute of Technology (USA)), han utilizado la iniciativa CDIO y al mismo tiempo han divulgado su uso en varias escuelas de ingeniería, con el fin de que estas rediseñen sus currículos para mejorar sus habilidades interpersonales y de construcción de sistemas o productos (Bankel, J., Berggren, K. F., Engström, M., Wiklund, I., Crawley, E. F., Soderholm, D. H., ... & Östlund, S., 2005).

A juicio de Bankel et al (2005), si se rediseña un currículo con CDIO se desarrollaría en los estudiantes un conocimiento práctico más profundo de los fundamentos técnicos igual que las habilidades para liderar la creación y operación de nuevos productos y sistemas.

Además de ello, CDIO se alinea con los cuatro pilares de aprendizaje de la UNESCO (aprende a ser, aprender a conocer, aprender hacer y aprender a vivir juntos), sobrepasando planes de estudios tradicionales en cuanto a consistencia y eficiencia (Crawley & CDIO, 2010).

Por otro lado, el Instituto Politécnico de Singapur, ha adaptado CDIO y ha compartido su experiencia ayudando a otras universidades a implementarlo; bajo esa experiencia, existieron desafíos a superar, uno de ellos fue la comprensión e implementación del marco de trabajo, otro la aceptación por parte de los profesores y finalmente la disponibilidad en el área de trabajo (Lee et al., 2015) citado en (Lee, Lee, & Kuptasthien, 2018).

CDIO también ha sido utilizado para rediseñar los planes de estudios en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santísima Concepción en Chile, quién utilizó dicha iniciativa para su renovación curricular, encontrando significativas mejoras en sus logros (Martínez, Muñoz, Cárdenas, & Cepeda, 2013).

En Colombia la Universidad ICESI, llevó a la práctica una alineación del currículo de

un programa de ingeniería con CDIO, enfocándolo como un marco de referencia para sus demás programas (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013).

Así mismo, la Escuela de Ingenieros de Antioquía ha utilizado la iniciativa CDIO como un modelo para la enseñanza de la ingeniería, articulando los conocimientos, habilidades y actitudes para identificar desempeños de alta calidad en la labor de sus competencias (Castaño-Portilla, C., 2015).

2. Metodología

El proceso propuesto para obtener un ajuste curricular con CDIO consta de cinco fases las cuales, se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las fases de la metodología utilizada

Fase	Descripción	Método
1. Caracterización del contexto	Para esta sección se describen las principales características de la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco (IEMSJB) de Leticia Amazonas.	<ul style="list-style-type: none"> ü Análisis documental¹. ü Observación²
2. Conformación del equipo del proyecto.	Esta fase, tuvo en cuenta la participación de los docentes como parte interesada para el diseño de un ajuste curricular en la actual línea de formación de la IEMSJB.	<ul style="list-style-type: none"> ü Entrevista³ semiestructurada
3. Identificación de los factores con base a las opiniones de la parte interesada.	Aquí se establecen las categorías y sus respectivos componentes.	<ul style="list-style-type: none"> ü Cuestionarios⁴
4. Diagnóstico del estado actual del plan de estudios.	Esta fase identifica el grado de madurez del plan de estudios de la actual línea de formación técnica de la IEMSJB.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis documental ✓ Cuestionario
5. Propuesta de ajuste curricular	Finalmente, esta fase, determina : Primero : El bloque de formación para llevar a cabo el ajuste. Segundo : Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que podrían ser utilizados en el ajuste. Tercero : El planteamiento de la metodología CDIO, articulada con los dos puntos anteriores.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevista semiestructurada (Primer punto) ✓ Análisis documental (Segundo y tercer punto)

Fuente: Elaboración propia basándose en la descripción de la metodología utilizada.

¹ Según (Liniers, 2009) El análisis documental es un trabajo mediante el cual, por un proceso intelectual extraemos unas nociones del documento para representarlo y facilitar el acceso a los originales.

² Para (Campos y Covarrubias & Lule Martínez, 2012) la observación es la forma más sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer; es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real.

³ A juicio de (Sampieri, Collado & Lucio) se define como una reunión para intercambiar información entre una persona y otra (Sampieri, et al., 2006, p. 630).

⁴ De acuerdo con los autores referenciados, consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Sampieri, et al., 2006, p. 310).

4. Desarrollo

A continuación, se describe la aplicación de la metodología en el actual plan de estudios de la I.E.

4.1. Caracterización del contexto.

Se procedió a la revisión y análisis del Proyecto Educativo Comunitario (PEC) especificando las principales características de la Institución Educativa I.E. (Identificación, historia, formación técnica, formación para el trabajo y características de la comunidad), y de esta manera se conoció un poco más el contexto donde se aplicó este trabajo.

Por otro lado, se utilizó la observación para describir el estado actual de la infraestructura de la I.E, destacando sus principales componentes y tomando atenta nota en una bitácora de campo al igual que evidencias fotográficas.

4.2. Confrontación del equipo del Proyecto

Para esta fase se realizó una entrevista al rector de la I.E informándole a cerca de este proyecto, igual que su alcance y pormenores, y se logró la asignación de los docentes de apoyo para este trabajo.

Siguiendo las recomendaciones del rector se procedió a entrevistar a cuatro docentes que conformaron el equipo del proyecto y se encargaron de garantizar los lineamientos y coherencia de la propuesta articulada con el PEC.

4.3. Identificación de los factores con base a las opiniones de las partes interesadas.

Conformado el equipo, se socializó con los docentes todo lo relacionado con el proyecto, dejando claridad con el tema; además se discutió con el equipo acerca de los componentes regionales para lleva a cabo el ajuste, para ello se definieron dos categorías las cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla2. Descripción de las categorías utilizadas

Categoría	Descripción
Desafíos	Esta categoría fue conformada por los siguientes componentes: fomento del emprendimiento, desarrollo de capacidades laborales en los estudiantes, contribución al desarrollo de la región y promoción del trabajo autóctono; visto de ese modo dichos componentes se articulan con el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia (CONPES) 81, que señala la importancia de incorporar la formación de competencias laborales en la formación de los recursos humanos con base a los procesos de innovación y emprendimiento (Departamento Nacional de Planeación, 2004).

Barreras	Para esta categoría fueron utilizados los siguientes componentes: recurso económico, voluntad política, infraestructura y personal especializado.
----------	---

Fuente: Elaboración propia con base en las categorías utilizadas.

Finalmente se aplicó un cuestionario a los docentes con opción múltiple de respuesta, para identificar los componentes establecidos por cada categoría.

4.4. *Diagnóstico del estado actual del plan de estudios*

Continuando con lo trazado, se revisó y analizó el documento: alineación del currículo de un programa de ingeniería con la iniciativa CDIO, aplicándolo al PEC de la institución y reconociendo lo siguiente:

Primero: ¿Cuáles son los resultados al finalizar el proceso de formación de los estudiantes?

Segundo: ¿Cómo está conformado el nivel macro y micro del currículo de la I.E.?

Teniendo claro los puntos anteriores, se elaboró un cuestionario conformado por cinco preguntas con única respuesta, aplicado al grupo del proyecto.

Pregunta (P) 1. ¿Conoce las competencias que promueve el Proyecto Educativo Comunitario PEC en la actual línea de formación técnica de la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco?

P2. ¿Dichas competencias han sido establecidas por los bloques de formación (fundamental u optativo) para la línea de formación técnica y las asignaturas que la constituyen?

P3. ¿Están claramente establecidas las responsabilidades para el desarrollo de las competencias identificadas en cada una de las asignaturas?

P4. ¿Existen acciones explícitas y concretas, en forma de estrategias pedagógicas, que permitan desarrollar las competencias en las asignaturas?

P5. ¿Existen rúbricas que permitan valorar el desarrollo de la competencia a través de la ejecución de las estrategias pedagógicas concebidas para hacerlo?

Los resultados obtenidos, se compararon con las respuestas de la tabla 3, elaborada con base en los criterios de (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013); de esa manera se indicó el nivel de madurez que tiene el plan de estudios de la I.E.

Tabla3. Acción por seguir de acuerdo con los resultados obtenidos

Nivel	Pregunta	Respuesta	Acción que seguir
0	¿Conoce las competencias que promueve el Proyecto Educativo Comunitario PEC en la actual línea de formación técnica de la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco?	Si	Entonces: Determinar si han sido establecidos los bloques básicos de formación para el programa y las asignaturas que los constituyen, y si están claramente establecidas las responsabilidades por el desarrollo de las competencias identificadas en cada una de las asignaturas.

1	<p>¿Dichas competencias han sido establecidas por los bloques de formación (fundamental o optativo) para la línea de formación técnica y las asignaturas que la constituye?</p> <p>¿Están claramente establecidas las responsabilidades para el desarrollo de las competencias identificadas en cada una de las asignaturas?</p>	Si	Entonces: Verificar, si a nivel de micro currículo, existen acciones explícitas y concretas, en forma de estrategias pedagógicas, que permitan desarrollar la competencia.
2	¿Existen acciones explícitas y concretas, en forma de estrategias pedagógicas, que permitan desarrollar las competencias en las asignaturas?	Si	Entonces: Proceder a evaluar la existencia de rúbricas, esto es, la existencia de procedimientos de valoración y la definición de métricas que permitan valorar el desarrollo de la competencia a través de la ejecución de las estrategias pedagógicas concebidas para hacerlo.
3	¿Existen rúbricas que permitan valorar el desarrollo de la competencia a través de la ejecución de las estrategias pedagógicas concebidas para hacerlo?	No	Se hace necesario definir las rúbricas.
4	¿Existencia un sistema de gestión para la valoración y seguimiento de las competencias (sistema de mejoramiento continuo)?	No	Se hace necesario definir un sistema de gestión.
5	No aplica.	No aplica	Dado que el plan de estudio se encuentra en el máximo nivel de su desarrollo curricular (nivel 5) porque cuenta con una estrategia claramente definida, repetible y medible que le permite monitorear y controlar el desarrollo de las competencias.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado del criterio de (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013) y los resultados obtenidos en el cuestionario.

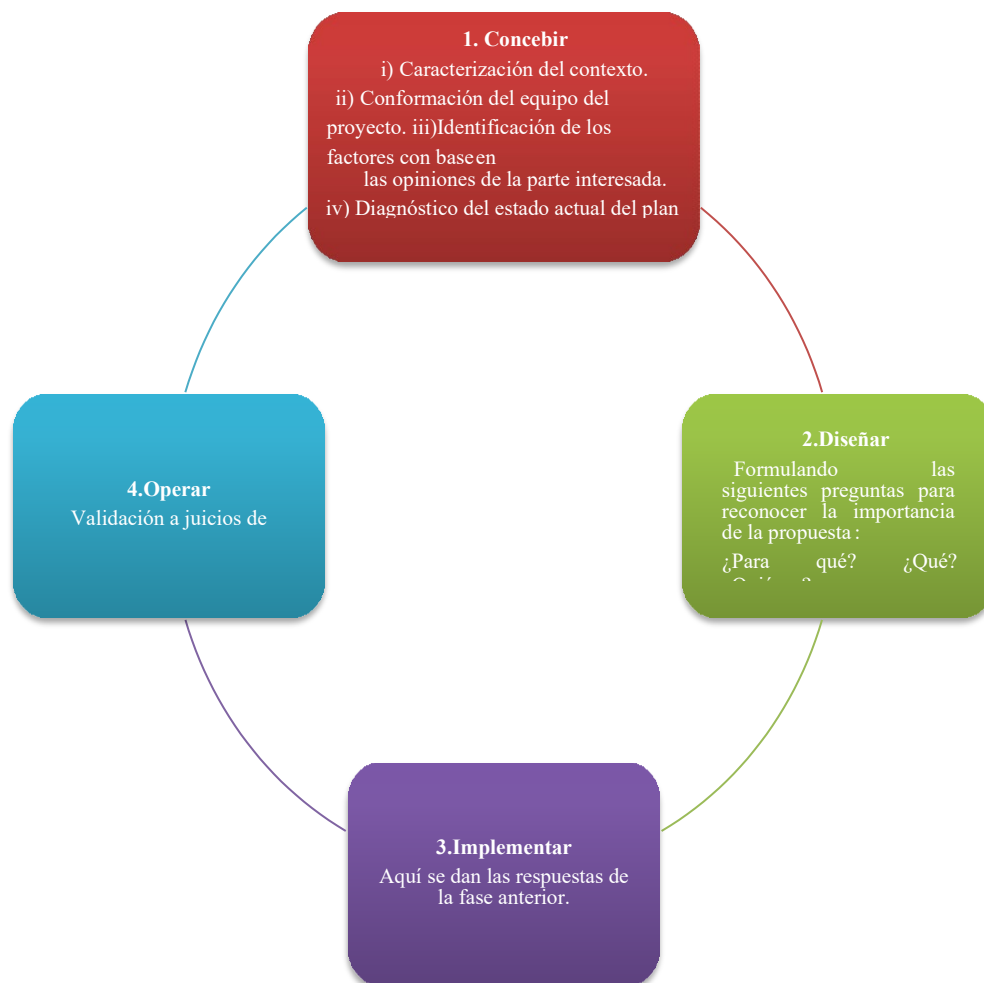
4.5. Propuesta ajuste circular

A través de entrevistas y discusiones con el equipo de trabajo se analizaron las diferentes áreas y asignaturas que maneja la actual línea de formación técnica, con fin de lograr

identificar el área pertinente para realizar el ajuste.

Por otro lado, se revisó el plan de desarrollo departamental del Amazonas discutiendo con el equipo de proyecto como podría vincularse los ODS al ajuste; así mismo, se reconoció la aplicación de CDIO a la propuesta de ajuste curricular, esto se muestra en la figura 1.

Figura 1. Aplicación de CDIO al ajuste curricular En coherencia con lo mencionado, se



Fuente: Elaboración propia con base a los lineamientos de CDIO y los aspectos reconocidos por el equipo del proyecto.

En coherencia con lo mencionado, se planteó la propuesta utilizando CDIO y los ODS.

5. Resultados

5.1. Caracterización del contexto

Se destacan los siguientes resultados basándose en el Proyecto Educativo Comunitario de la Institución:

La IEMSJB, está ubicada a seis kilómetros del perímetro urbano de la capital del Amazonas, contando a su vez con los niveles educativos de: básica primaria, básica secundaria

y media técnica; desde sus inicios (1976) y hasta este momento, ha ofrecido sus servicios a las comunidades indígenas⁵ formando líderes generadores de cambios en sus comunidades a través de la educación orientada al desempeño laboral (Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco, 2013).

Actualmente la I.E ha contribuido al desempeño laboral a través de su actual línea de formación técnica, (Bachillerato agropecuario) dirigiéndose a la población pertenecientes a los diferentes municipios del Amazonas (la Pedrera, Tarapacá, El Encanto, La Chorrera, La Victoria, Mirití Paraná, Puerto Arica, Puerto Santander y Puerto Alegría), con el fin de atender a la población indígena y de esa manera formarla para el trabajo, con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco, 2013).

De las observaciones realizadas en la I.E, se encontró que existe una gran diversidad de zonas verdes para realizar actividades de campo, no obstante, la institución carece de los instrumentos e instalaciones para el desarrollo de prácticas en su actual línea de formación, además de ello la institución enfrenta problemas de infraestructura. A continuación, se mencionan algunos aspectos:

- Los pasillos dentro de la institución educativa necesitan mantenimiento, igual que las aulas de clases, salón de actividades, cancha de eventos, talleres y baños.
- Desde el 2017 algunas aulas han iniciado su remodelación y hasta el momento no han concluido.
- A pesar de contar con ventilación las aulas de clase, algunos ventiladores no funcionan adecuadamente, esto supone una problemática para dictar clases dado que el clima supera los 35° centígrados.
- Falta de conectividad para el uso de los recursos tecnológicos en la sala de informática.
- Existe poca cultura que fomente el aseo y el orden de la institución, la mayoría de las aulas tienen grafitis en sus paredes.

5.2. *Conformación del equipo del proyecto*

El equipo de proyecto apoyó el levantamiento de información y además, tuvo la responsabilidad de evaluar el nivel del plan de estudios, aportando desde el punto de vista de cada docente⁶ los diferentes componentes regionales para realizar un ajuste curricular en la actual línea de formación de la IEMSJB.

5.3. *Identificación de los factores con base a las opiniones de las partes interesadas*

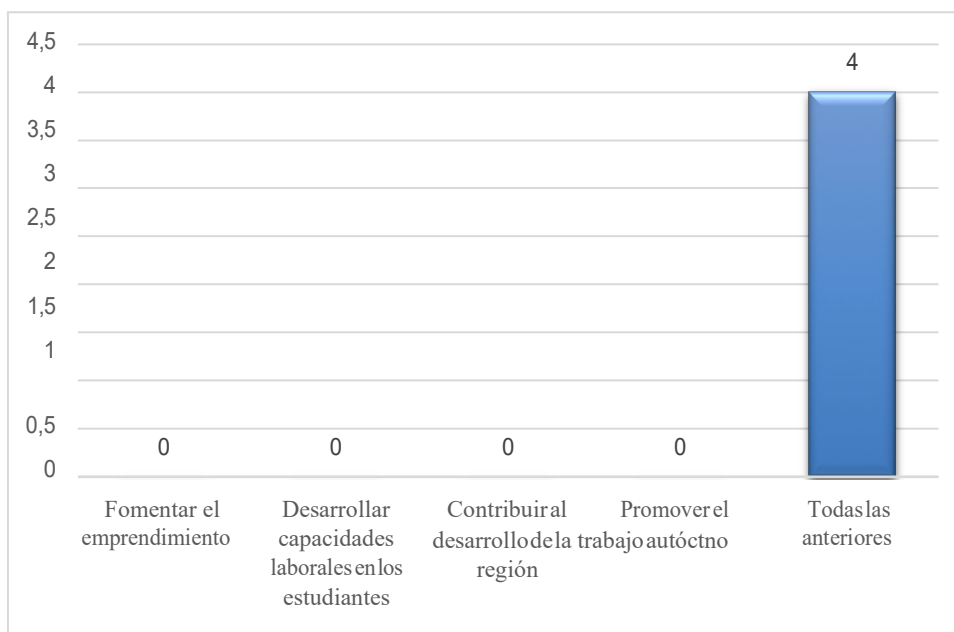
Desde el punto de vista de cada docente, se muestran los resultados a partir de los componentes establecidos por cada categoría.

⁵ Destacando una comunidad heterogénea, compuesta por 12 etnias, de las cuáles sobresale en porcentaje la Ticuna y en su orden las etnias Huitoto, Bora, cocama, Matapí, Cubeos, Yucuna, Miraña, Yagua. Además, tiene una cobertura aproximada de 19% de mestizos y colonos, razón por la cual la educación en esta institución debe responder a programas y proyectos pedagógicos acordes a la región y a la realidad (Educativa & Bosco, 2013. p. 22).

⁶ El equipo de proyecto, estuvo conformado por cuatro docentes los cuales dos de ellos pertenecen a la asignatura manejo del medio (área optativa), uno enseña ciencias sociales (área fundamental) y el otro docente cultura e identidad (área optativa).

5.3.1. *Desafíos*

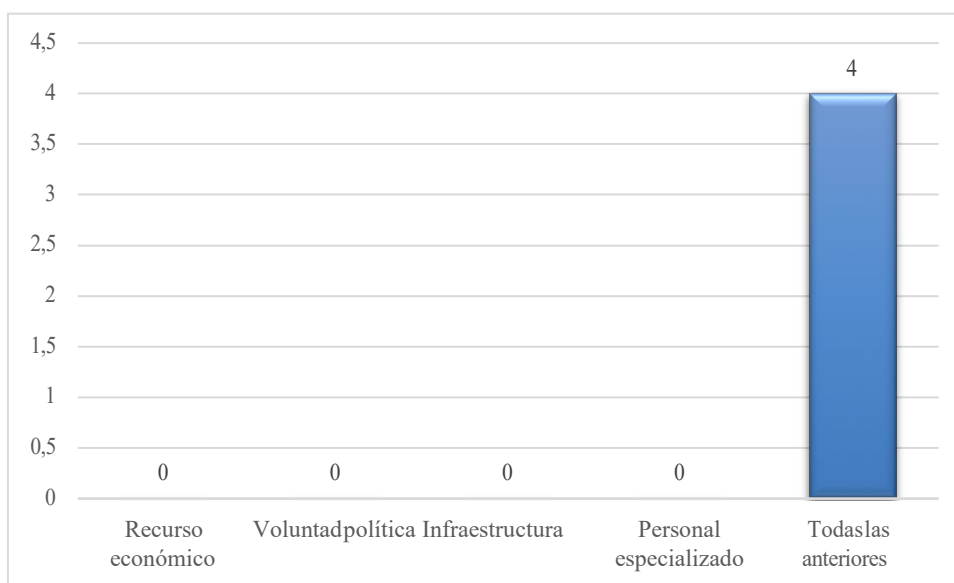
La muestra total de los encuestados señaló conformidad con los cuatro componentes señalados en esta categoría. Tras los resultados informados, el equipo de trabajo decidió tomar los desafíos como base para mejorar las competencias en la actual línea de formación técnica.



Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

5.3.2. *Barreras*

Igual que los desafíos, para esta categoría todos los encuestados coincidieron en los componentes mencionados.



Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

5.4. Diagnóstico del estado actual del plan de estudios.

Según el PEC, al finalizar su proceso de formación se espera que el estudiante sea capaz de impulsar proyectos de vida a través de capacidades ciudadanas desarrolladas con la responsabilidad de contribuir al desempeño laboral de su región (Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco, 2013).

Continuando con las referencias del PEC, se reconoció que el nivel macro del currículo lo conforma el actual plan de estudios y el nivel micro lo componen las áreas fundamental y optativa, cada una con sus respectivas asignaturas (Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco, 2013), en ese sentido, la tabla 4, muestra el actual plan de estudios de la IEMSJB partiendo desde la secundaria hasta la media.

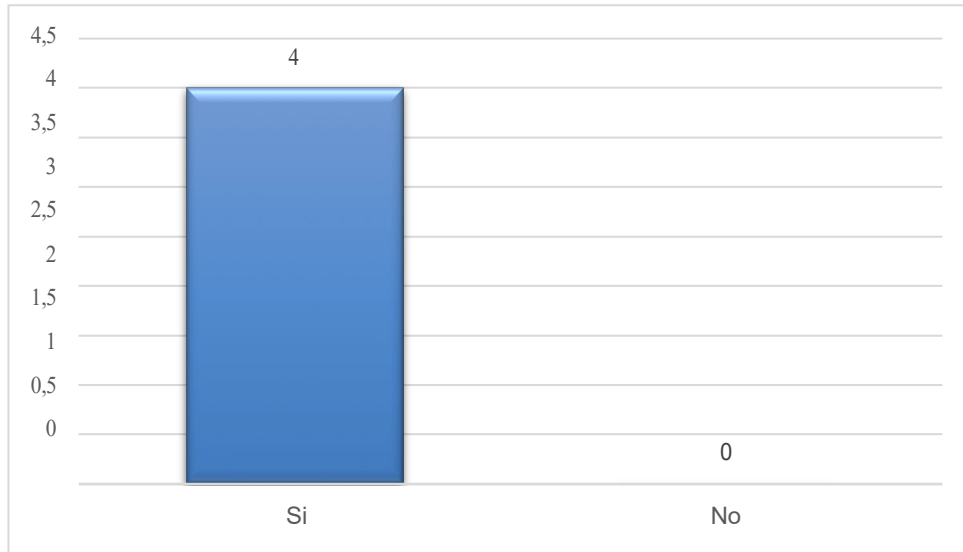
Tabla 4. Actual plan de estudios básica secundaria y media de la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco.

ÁREA FUNDAMENTAL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL						
	GRADOS						
	No. de GRUPOS	6°	7°	8°	9°	10°	11°
	4	3	2	3	2	2	
CIENCIAS NATURALES		4	4	4	4		
QUIMICA						4	4
CIENCIAS SOCIALES		4	4	4	4		
EDUCACIÓN FÍSICA		2	2	2	2	2	2
EDUCACIÓN ARTÍSTICA		2	2	2	2	2	2
ÉTICA Y VALORES		2	2	2	2	2	2
EDUCACIÓN RELIGIOSA		2	2	2	2	2	2
HUMANIDADES LENGUA CASTELLANA		4	4	4	4	4	4
IDIOMA EXTRANJERO INGLÉS		2	2	2	2	2	2
MATEMÁTICAS		5	5	5	5	3	3
FÍSICA						3	3
TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA		2	2	2	2	2	2
FILOSOFÍA						2	2
CIENCIAS POLÍTICAS Y ECONÓMICA						2	2
ÁREA OPTATIVA							
MANEJO DEL MEDIO		4	4	4	4	3	3
CULTURA E IDENTIDAD		3	3	3	3	3	3
ARTICULACIÓN SENA						4	4
TOTAL							
		36	36	36	36	36	36

Fuente: Elaboración propia, con base en la asignatura Manejo del Medio Amazónico de la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco.

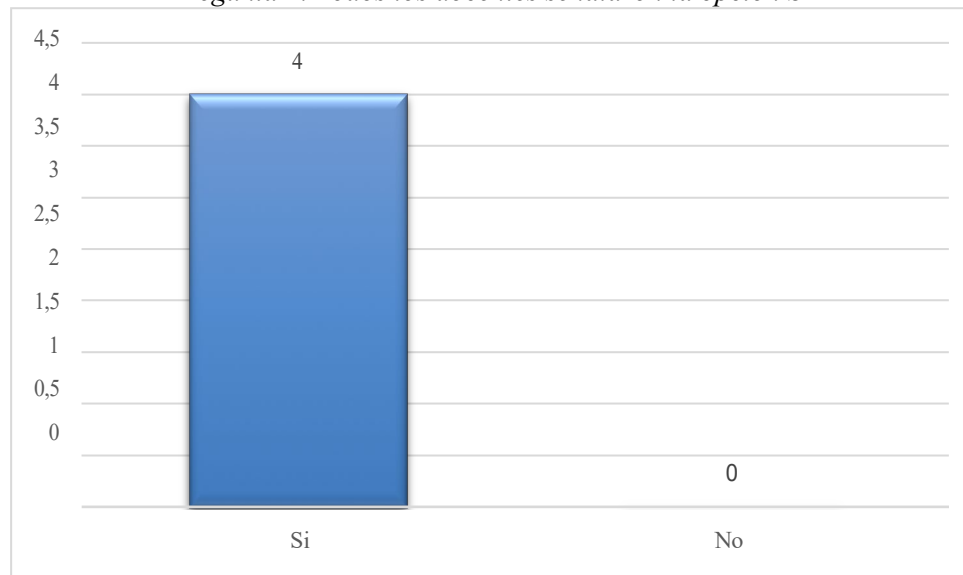
Por último, se muestran los resultados del cuestionario por pregunta abordada.

Pregunta 1. La muestra total de los encuestados se inclinó por la opción SI.



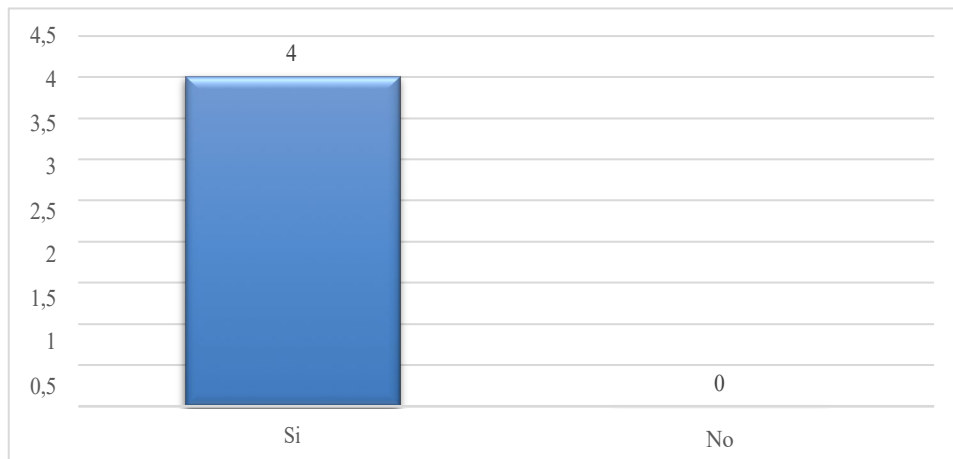
Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

Pregunta 2. Todos los docentes señalaron la opción SI



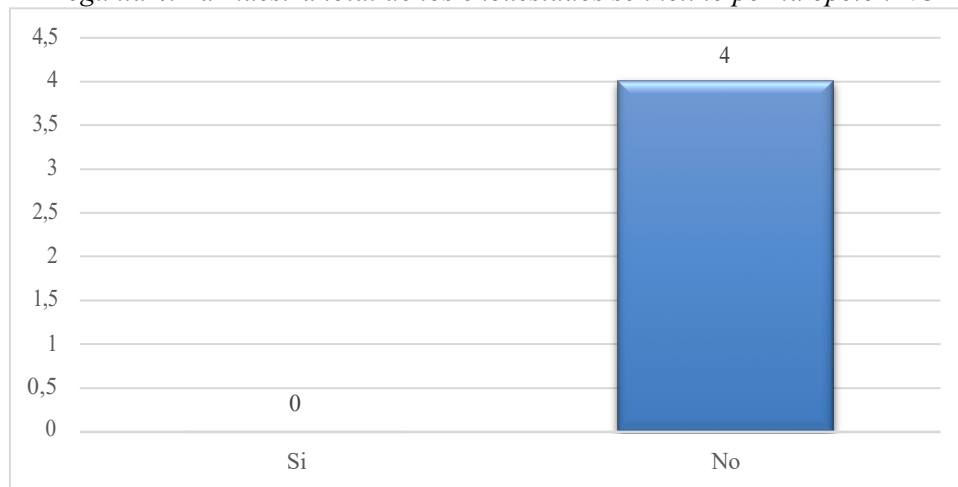
Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

Pregunta 3. La muestra total de los encuestados se inclinó por la opción SI.



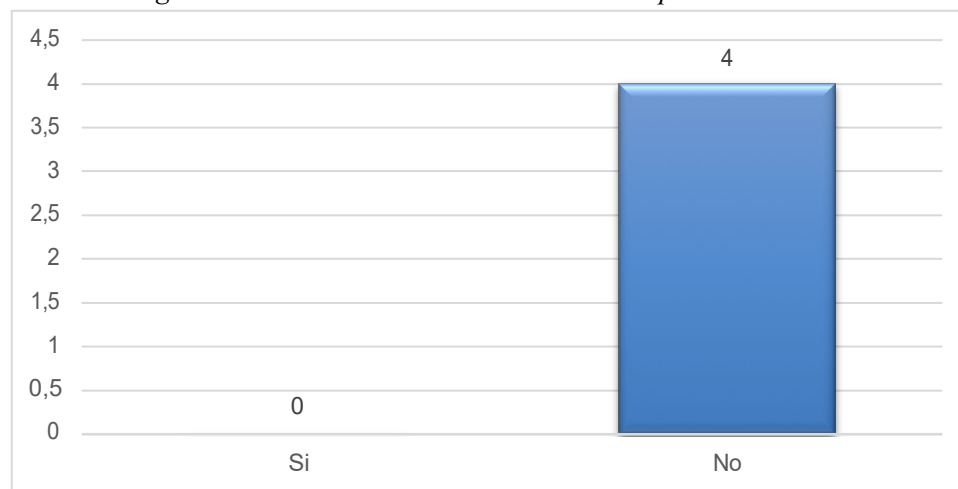
Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

Pregunta 4. La muestra total de los encuestados se inclinó por la opción NO



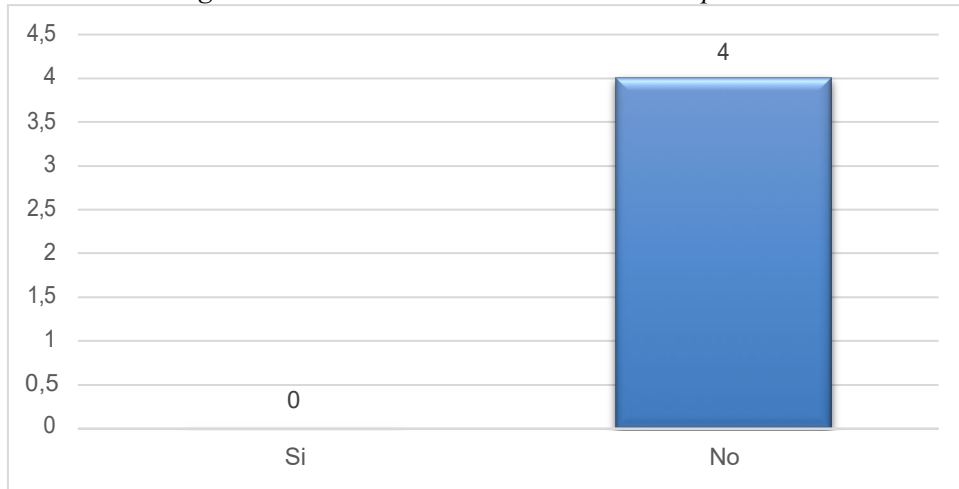
Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

Pregunta 5. Todos los docentes señalaron la opción NO



Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

Pregunta 6. Todos los docentes señalaron la opción NO



Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a los docentes.

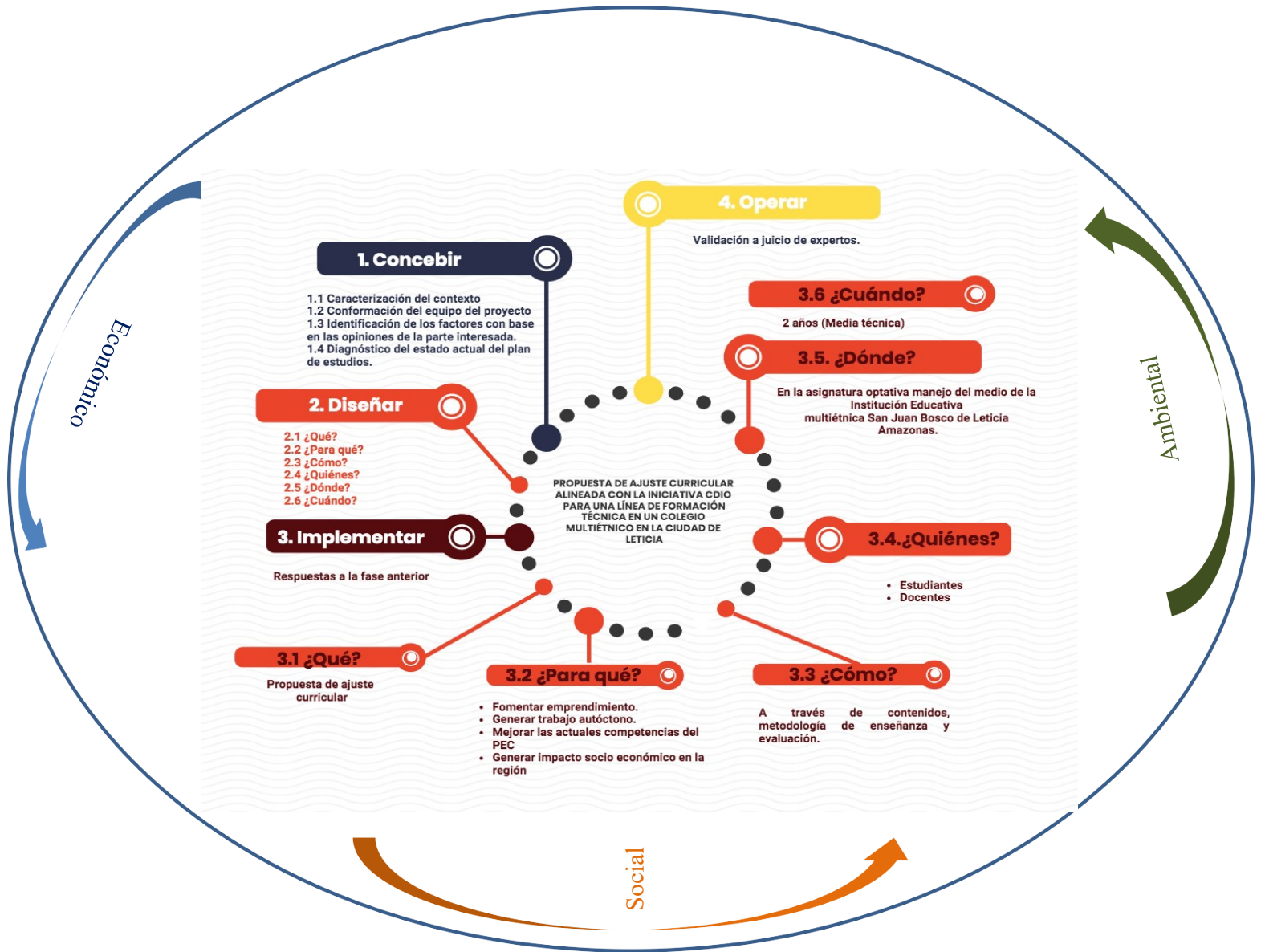
5.5. Propuesta ajuste curricular.

El equipo del proyecto recomendó realizar el ajuste en el bloque optativo (microcurricular) a partir de la actualización de contenidos de la asignatura manejo del medio.

Así mismo, el equipo, consideró abordar dicha actualización a partir de las dimensiones (Social, económico y ambiental) de los ODS.

Desde tal perspectiva, la figura 2, indica la metodología propuesta utilizando los lineamientos de CDIO y las dimensiones de los ODS para el ajuste en el bloque optativo a partir de la actualización de los contenidos en la asignatura manejo del medio, que forma parte de la línea de formación técnica de la IEMSJB.

Figura 2. Metodología propuesta.



Fuente: Elaboración propia conforme a la metodología propuesta para el diseño de un ajuste curricular en la línea de formación técnica de la IEMSJ

6. Discusión y Análisis

Para esta sección se enfocó la discusión y análisis en aquellos aspectos más relevantes que se han extraído de los resultados obtenidos, dado que en algunos casos no se dispone de elementos específicos de comparación para contrastar los resultados.

6.1. Caracterización del contexto

Dentro de los resultados del contexto, se aprecia una institución que forma parte del

patrimonio del Amazonas, contando con más de 40 años en el departamento, que ha contribuido a la formación técnica de la población indígena en diferentes áreas. Bajo ese enunciado, aunque en el Proyecto Educativo Comunitario (Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco, 2013) se han venido realizando grandes esfuerzos para el mejoramiento continuo del nivel educativo del colegio, el apoyo no ha sido el más adecuado, dejando claro que la institución carece de inversión.

Por otro lado, las limitaciones encontradas en las observaciones dejan mucho que decir sobre la situación actual que vive la institución, pese a ello, se hace necesario reconocer el esfuerzo que realizan cada día los docentes para lograr transmitir sus conocimientos, en particular esto implica un reto a los docentes del área optativa, dado que es ahí donde se desarrollan las actividades prácticas enfocadas al desempeño laboral de la actual línea de formación técnica.

6.2. *Conformación del equipo del proyecto*

A pesar de la limitada participación de los docentes se logró conformar un grupo de proyecto donde se abarcaron diferentes puntos de vista, comparando esta actividad con otros proyectos donde se ha utilizado CDIO encontramos diferencias significativas, por ejemplo, en el trabajo realizado por (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013), es clara la participación de varias partes interesadas, como alumnos y egresados, desafortunadamente el colegio no mantiene relación con sus egresados, y por ello se utilizó el Proyecto Educativo Comunitario de la institución como facilitador de información.

6.3. *Identificación de los factores con base a las opiniones de las partes interesadas*

El producto de los desafíos puede ser visto como las fortalezas a tener en cuenta para el ajuste curricular, desde esa postura el factor común de todos sus componentes estuvo enfocado en crear impacto regional a través de emprendimiento tal como lo señala el plan departamento (Gobernación del Amazonas, 2016), en tal sentido dichas fortalezas fueron también consideradas para el mejoramiento de las competencias de la actual línea de formación técnica.

Dentro de las limitaciones identificadas por el grupo del proyecto, cabe destacar las prioridades que maneja el plan de desarrollo departamental con respecto a la educación del Amazonas, donde la institución educativa carece de prioridad con respecto a otras instituciones que se encuentran en Leticia. Es tema ha venido creciendo con el pasar de los años, haciendo que la institución sea descuidada por la administración local.

6.4. *Diagnóstico del estado actual del plan de estudios*

El actual plan de estudios está vigente desde el 2013, formando bachilleres técnicos en producción agropecuaria (Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco, 2013). En esa instancia, las asignaturas del área optativa se han desarrollado con un inmenso empeño por parte de los docentes, la falta de materiales de apoyo para realizar prácticas y desarrollar nuevos contenidos, hacen que las competencias desconozcan la formación para el desempeño laboral en la región.

Por lo tanto, comparando y analizando los resultados con la tabla 3 (Acción por seguir de

acuerdo con los resultados obtenidos), se encontró que no se han definido niveles de desarrollo esperados para las competencias, ni rúbricas que permitan valorar el desarrollo a través de la ejecución de las estrategias pedagógicas concebidas para hacerlo, en ese sentido se, concluyó que el plan de estudios de la Institución educativa multiétnica San Juan Bosco se encuentra en un nivel 3, el cual indica : falta definir y aplicar rúbricas para la valoración y seguimiento de las competencias.

6.5. Propuesta ajuste curricular

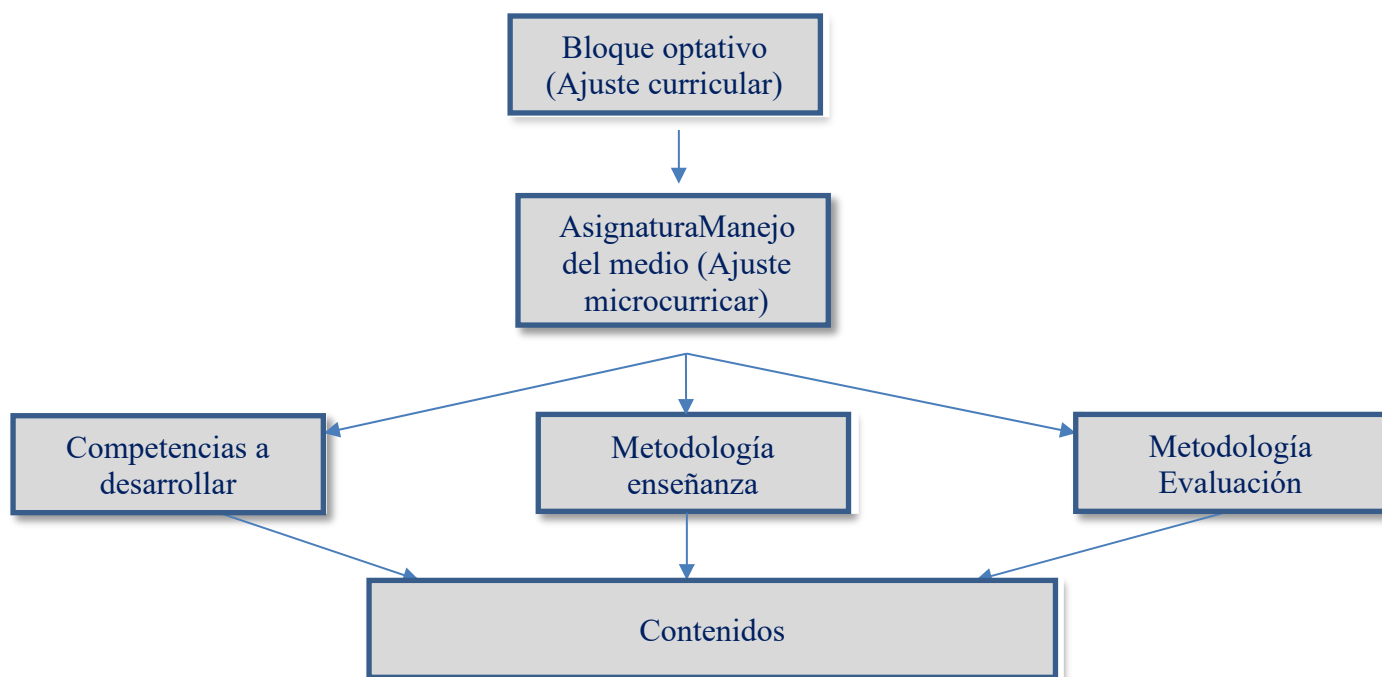
Considerando la recomendación del área optativa para el respectivo ajuste, el equipo de trabajo hace una apuesta a uno de los objetivos del plan de desarrollo departamental el cual indica: “Creación de capacidades institucionales alrededor de la construcción de un modelo de cultura para el proyecto de vida de los jóvenes a través del emprendimiento e innovación como eje conductor” (Gobernación del Amazonas, 2016).

Y al mismo tiempo considerando lo siguiente:

1. En la actualidad la asignatura maneja temas pertinentes a la región, cómo la fruticultura, la piscicultura y otras que conforman la actual línea de formación técnica, además de eso, enfoca a los estudiantes en tener sentido de pertenencia por su entorno.
2. Es la asignatura que se articula con el SENA en lo que corresponder a la media técnica.
3. Además, es la asignatura dónde el estudiante desarrolla las competencias técnicas laborales.
4. También se consideró realizar dicho ajuste haciendo énfasis en la media técnica (grado décimo y undécimo), dado que es el ciclo encargado de formar al estudiante para el desempeño laboral.

En coherencia con lo expuesto, se optó por utilizar el bloque optativo, con el fin de realizar una actualización de ajuste a nivel microcurricular en la asignatura manejo del medio, así lo señala la figura 3.

Figura 3. Estructura para el desarrollo de la metodología



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo las recomendaciones del equipo de proyecto se utilizaron las dimensiones: económica, social y ambiental de los ODS, dado que contempla de manera global la problemática de la región (figura 4) y de ese modo contribuye al plan de desarrollo departamental (Gobernación del Amazonas, 2016), además se articula con una política mundial que se esfuerza para poner fin a la pobreza en todas sus formas (Organización de Naciones Unidas (ONU), 2016) y enriquece este trabajo como un valor agregado.

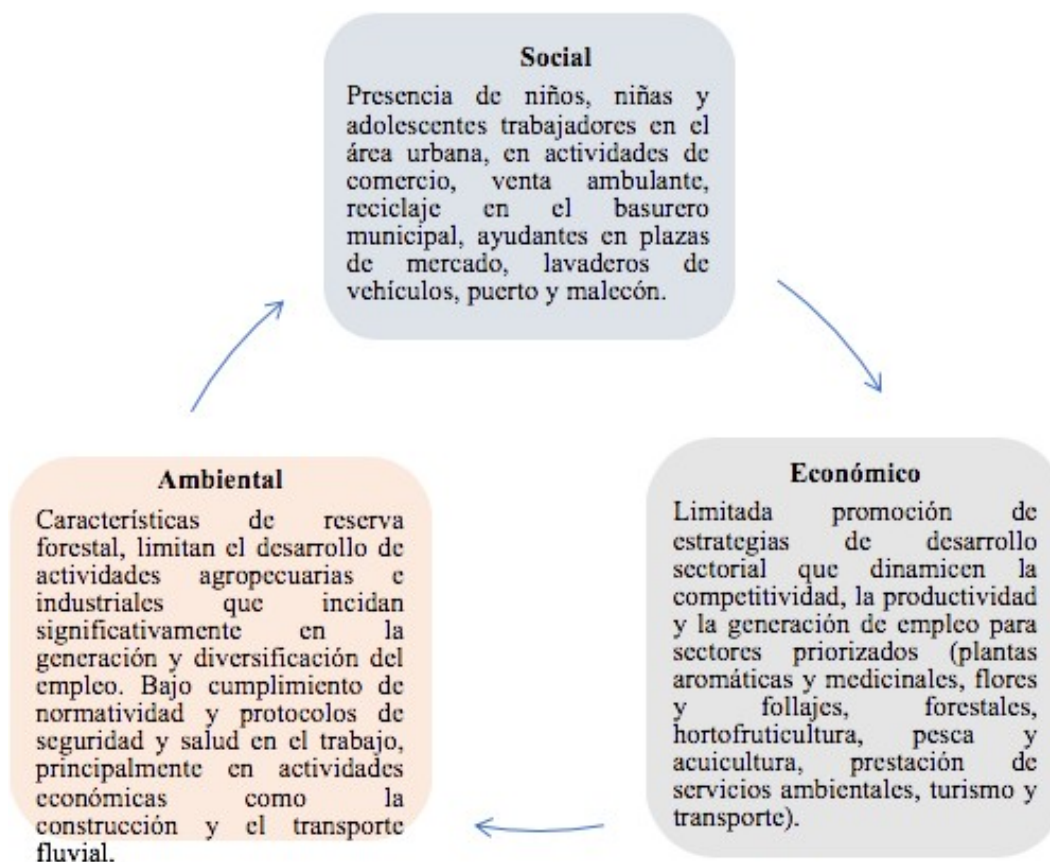
Así mismo, si se comparan estos resultados con el trabajo de (Martínez et al., 2013), existe una diferencia significativa dada las limitaciones en cuanto a la participación de la población y el contexto de estudio que es diferente al universitario, además del uso de otros componentes de CDIO como el syllabus y estándar que no se definieron en esta propuesta.

Por otro lado, (Molina Madrid & Pachón de la Cruz, 2013) encuentra a CDIO como un referente, dejando claro que va más allá de establecer materias; confrontado este concepto a este trabajo, se aprecia la aplicación del Contexto (C), como introductor principal para llevar a cabo las otras fases y de este modo contribuir al diseño de contenidos, metodología de enseñanza y evaluación de las materias.

Siguiendo la opinión de (Castaño-Portilla, C., 2015), CDIO identifica habilidades y actitudes, este referente es el que más se acerca a lo encontrado con el uso de las fuentes primarias de este trabajo, implicándolas a su vez como desafíos establecidos para mejorar las actuales competencias.

Dentro de estos y otros referentes analizados, se encuentra poca información de los lineamientos CDIO articulados con las dimensiones de los ODS, es por ello por lo que esta propuesta resalta un interés particular para mejorar una situación dentro del contexto amazónico.

Figura 4. Dimensiones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Elaboración propia con base en el plan de desarrollo departamental del Amazonas (Gobernación del Amazonas, 2016).

7. Conclusiones

De los resultados mostrados, de su análisis y de su discusión, se pueden obtener las siguientes conclusiones, sobre un método para proponer un ajuste curricular alineado con la iniciativa CDIO:

- 1) La característica principal de la metodología empleada radica en conocer las necesidades y fortalezas del contexto, teniendo claro esta fase se continua con las siguientes.
- 2) La técnica propuesta es fácil de utilizar, ya que basta la participación de las partes interesadas para el levantamiento y análisis de la información.
- 3) Los resultados de este método y los obtenidos por otros autores son comparados cualitativamente y al mismo tiempo son aceptables.
- 4) La metodología empleada en el contexto puede ser articulada a las dimensiones de los ODS.
- 5) Finalmente se espera que a partir de esta metodología se diseñen los contenidos y metodología de enseñanza y evaluación para el área optativa de la institución educativa multiétnica san Juan Bosco y de esta manera llegar a generar impacto socio económico en la ciudad de Leticia.

8. Referencias

- Ávila, B. R. (2017). *APORTES A LA CALIDAD DE LA EDUCACION RURAL EN COLOMBIA, BRASIL Y MÉXICO: EXPERIENCIAS PEDAGÓGICAS SIGNIFICATIVAS*. Universidad de La Salle. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/22266>
- Cadavid, M. A. L., & González, G. R., G, G. R., & C, M. A. L. (2015). CDIO: Una gran estrategia de formación en ingeniería. *Ingeniería y Sociedad*, 33–39. Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingeso/article/viewFile/25047/20381>
- Campos y Covarrubias, G., & Lule Martínez, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai*, 7(13), 1–15. Retrieved from <http://www.lasalle.edu.mx/xihmai/index.php/xihmai/article/view/203/178>
- Castañero-Portilla, C. (2015). IMPLEMENTACIÓN DE LA INICIATIVA CDIO EN EL DISEÑO CURRICULAR DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería ACOFI*. Retrieved from http://www.antioquia.gov.co/images/pdf/anuario_2013/es-CO/capitulos/servicios/estratificacion/cp-13-19-1.html
- Cdio.org. (2010). *ESTÁNDARES CDIO v. 2.0* (Vol. 0). Retrieved from www.cdio.org
- CDIO. (2014). Acerca de CDIO | Iniciativa mundial CDIO. Retrieved March 22, 2019, from <http://www.cdio.org/cdio-history>
- Crawley, E. F., & CDIO. (2010). The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education. Retrieved from <http://www.cdio.org/framework-benefits/cdio-syllabus>
- Departamento Nacional de Planeación. Documento Conpes Social 81 (2004). Retrieved from <https://www.dnp.gov.co/CONPES/documentos-conpes/Paginas/documentos-conpes.aspx>
- Gobernación del Amazonas. (2016). *Plan Departamental de Desarrollo 2016-2019*. Leticia Amazonas. Retrieved from www.amazonas.gov.co
- Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco. (2013). *Proyecto Educativo Comunitario (PEC) San Juan Bosco*. Leticia Amazonas.
- Lee, C., Lee, L., & Kuptasthien, N. (2018). Design Thinking for Cdio Curriculum Development, (June). Retrieved from <http://ds.libol.fpt.edu.vn/handle/123456789/2437>
- Liniers, M. C. R. (2009). EL ANÁLISIS DOCUMENTAL: INDIZACIÓN Y RESUMEN EN BASES DE DATOS ESPECIALIZADAS. *Éditions Nathan*. Retrieved from <http://eprints.rclis.org/3645/%0Ahttp://eprints.rclis.org/6015/>
- Martínez, C., Muñoz, M., Cárdenas, C., & Cepeda, M. (2013). Adopción de la Iniciativa CDIO en los Planes de Estudio de las Carreras de la Facultad de Ingeniería de la UCSC. *11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 1–10. Retrieved from <http://www.cdio.org/knowledge-library/project-based-learning>
- Ministerio de Educación Nacional. (2012). Educación Media Técnica en Colombia. Retrieved July 24, 2019, from <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-80326.html>
- Molina Madrid, J. M., & Pachón de la Cruz, Á. (2013). Alineación del currículo de un programa de ingeniería con la iniciativa CDIO. *Innovación En Investigación y Educación En Ingeniería: Factores Claves Para La Competitividad Global*. Retrieved from <https://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/470/223>
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2016). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. Retrieved April 18, 2019, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la Investigación*.
- Suarez, L. M. (2012). *PROGRAMA MANEJO DEL MEDIO NIVELES: TRANSICIÓN, GRADOS 1 ° A 5 ° DE EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA . 6 ° A 11 ° DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA* Leticia – Amazonas. Leticia Amazonas.

9. Agradecimientos

A la Gobernación del Amazonas, Fundación CEIBA y la Institución Educativa Multiétnica San Juan Bosco por todo el apoyo recibido para el desarrollo de mi Maestría.

La gestión tecnológica y de la innovación en la educación superior de América Latina

Antonio Adrián Arciénaga Morales
Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ingeniería – IIDISA-CIUNSa, Argentina
aarcienaga@gmail.com

Hernán Alberto Bacarini
Universidad Nacional de Luján, Departamento de Sociales, Argentina
hbacarini@gmail.com

Silvia Irene Martinelli
Universidad Nacional de Luján, Departamento de Sociales, Argentina
martinelliirene@gmail.com

Barbara Cimatti
Universidad de Bolonia, Facultad de Ingeniería, Italia
barbara.cimatti2@unibo.it

Sergio Takeo Kofuji
Universidad de São Paulo, Escola Politecnica, Brasil
kofuji@usp.br

Cecilia Yamanaka
Universidad de São Paulo, Escola Politecnica, Brasil
cecilia.yamanaka@usp.br

Eduardo Ismodes
Pontificia Universidad Católica, Facultad de Ingeniería, Perú
eismode@pucp.edu.pe

Pedro Sebastião
Instituto Universitario de Lisboa, Instituto de Telecomunicaciones, Portugal
pedro.sebastiao@iscte-iul.pt

José Luis Briansó
Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias, España
JoseLuis.Brianso@uab.cat

Dennys Leite Maia
Universidad Federal de Rio Grande do Norte, Instituto Metropole Digital, Brasil
dennys@imd.ufrn.br

Marie Ouvrard-Servanton
Aix Marseille Université, ADEF, Francia
marie.ouvrard@univ-amu.fr

Guillermo Lombera
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina
glombera@fi.mdp.edu.ar

Resumen

El estudio se centra en el rol educacional de las universidades para resolver diversos problemas existentes en materia de gestión tecnológica y de la innovación (GTI). La investigación está basada en estudios de casos y un relevamiento empírico y bibliográfico. El desarrollo incluye los problemas y desafíos en este campo aplicado del saber y la síntesis de estos en dos modelos mutuamente conectados: uno de gestión y el otro de aprendizaje organizacional. El resultado que se presenta es el tratamiento dado al diseño curricular para el dictado de una maestría en gestión de la tecnología y de la innovación, llevada a cabo desde hace dos años en el proyecto EULA- GTEC (Programa Europeo Erasmus). Se discuten las características más salientes del diseño curricular y las condiciones necesarias para una implementación adecuada.

Palabras clave

Tecnología, innovación, gestión, maestría, educación superior.

1. Introducción

El estudio de la gestión tecnológica y de la innovación (GTI) tiene ya larga data. Desde los pioneros estudios del Minnesota Technology Management Program (MTMP), iniciados en 1983, hasta nuestros días, ha habido numerosos aportes en el campo de la GTI. La naturaleza de este campo de estudio no es estrictamente técnica ni tampoco es sólo una disciplina de gestión, sino que reúne ambas características. Se trata más bien de un conocimiento aplicado e interdisciplinar, no una disciplina teórica. Involucra un enfoque integrado con protagonismo tanto de investigadores de corte académico como de gerentes y profesionales. Este enfoque significa también que todas las competencias, herramientas, procedimientos y conocimientos asociados a este campo están profundamente interrelacionados entre sí (White y Bruton, 2011).

El presente artículo enfatiza el rol educacional que las universidades pueden contribuir para resolver diversos problemas en materia de GTI existentes en empresas. Se describe la investigación de base y el tratamiento dado al diseño curricular de una maestría internacional en gestión de la tecnología y de la innovación, que se promueve en el marco del Programa Erasmus (Comisión Europea). Dicho proyecto, denominado EULA-GTEC, está en ejecución desde hace dos años. La síntesis de las discusiones y avances realizados, con la participación de 10 universidades de 3 países latinoamericanos y de 4 europeos, muestran que es muy escaso el análisis que considera a la GTI integrando tanto los aspectos vinculados al aprendizaje organizacional como las perspectivas educacionales necesarias. En particular, están faltando respuestas a la cuestión de cuál es la conexión entre el aprendizaje organizacional y el apoyo que puede brindar la universidad en esta materia (Arciénaga et al., 2018). Entonces, para resolver estos problemas existentes en las empresas y ayudarlas a ser más competitivas en América Latina, el grupo de educadores/investigadores del proyecto EULA-GTEC, especialistas en el campo de la tecnología y de la innovación, basan el diseño curricular de una maestría sobre los conceptos de la gestión gerencial de la innovación. “Definimos la gestión gerencial de la innovación como la invención y la implementación de una práctica gerencial, un proceso gerencial, una estructura o una técnica gerencial, que son nuevas para el estado del conocimiento con la intención de alcanzar objetivos organizacionales” (Birkinshaw et al., 2008).

En el apartado 2 se realiza un breve repaso de la metodología utilizada. En el epígrafe 3 desarrollamos un modelo propio, combinando datos destacados en la literatura con los casos

que se incluyeron para capturar particularidades de la realidad latinoamericana. En el apartado 4 se presentan los resultados alcanzados en el marco del proyecto EULA-GTEC, incluyendo los criterios de diseño curricular. En el punto 5 se plantea una discusión y análisis de dichos resultados, para recapitular el trabajo en el apartado final de conclusiones.

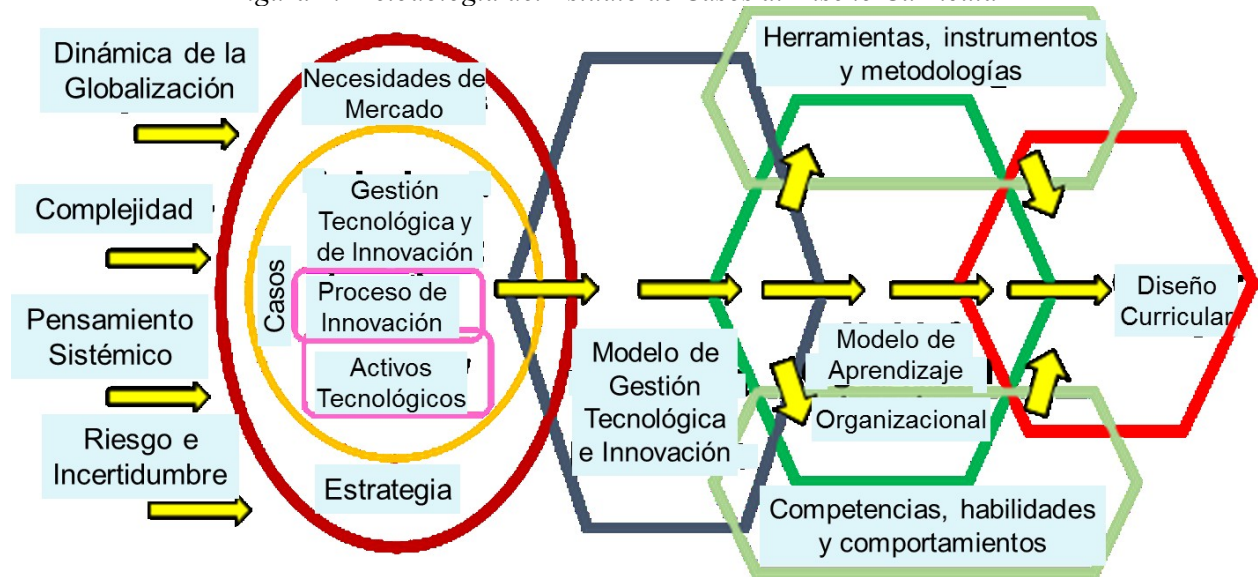
2. Metodología Utilizada

Se utilizó una metodología de análisis de casos, consistente en la descripción de un interesante número de experiencia en el campo de la enseñanza de la GTI en el marco de la educación superior, cubriendo tanto países de la Unión Europea como de Latinoamérica. Para ello, se derivó de los casos los denominados hechos estilizados comunes (Kaldor, 1961), mediante la comparación de los casos utilizados. Luego, se agrupó dichos hechos de acuerdo con sus similitudes (Hüllermeier, 2007). Finalmente, estas categorías de agrupamiento fueron inductivamente conectadas para introducir un enfoque dinámico en la temática de gestión estudiada y para desplegar los modelos educacionales necesarios para la gestión y el aprendizaje que se analizarán en el apartado 2.

El estudio de casos fue complementado con un análisis empírico en los países latinoamericanos, dando lugar a lo que se conoce como metodología de combinación sistemática, en la que “la corrección de errores es un medio fundamental de comunicación” (Bateson y Ruesch, 1988) y por lo tanto de aprendizaje. Esta metodología es particularmente útil en el desarrollo de nuevas teorías en el campo de la administración. Los dos procesos epistemológicos involucrados son el ajuste de la teoría con los datos empíricos y el tratamiento de las tendencias de acuerdo con este marco teórico (Dubois and Gadde, 2002). Para el relevamiento de datos empíricos y de casos se utilizó en cada país un observatorio PyME, para detectar y seguir sus necesidades tecnológicas y de innovación. Este observatorio también es de mucha importancia en el ajuste a futuro del diseño curricular.

Los aspectos centrales del estudio de hechos estilizados y del análisis comparativo (de varias maestrías y posgrados escogidos como modelos para la gestión de la tecnología y de la innovación) se concentraron en las competencias, herramientas, habilidades y comportamientos descritos en los casos bajo estudio. Todos estos componentes fueron la base para el diseño de un programa internacional de maestría en gestión tecnológica y de la innovación, partiendo para ello de los modelos de gestión y de aprendizaje derivados del estudio de caso. La Figura 1 muestra este despliegue metodológico y la secuencia en la cual se enlazan los modelos con los componentes para arribar al diseño curricular.

Figura 1: Metodología del Estudio de Casos al Diseño Curricular



Fuente: Arciénaga et al. (2018).

Los casos analizados fueron los siguientes:

- a) Programa de Maestría en Ingeniería de la Innovación – Universidad de Bolonia. Fue una experiencia italo-argentina para formar gerentes que incorporaran procesos de innovación y la asimilación de las tecnologías avanzadas. Se llevó a cabo entre 2001-2010.
- b) Programa Nacional para la Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos (GTec, Argentina): Es una iniciativa pública a escala nacional lanzada en 2010, aún vigente. Los participantes son universidades públicas y privadas. Otros agentes como cámaras o agencias regionales pueden también participar.
- c) Iniciativas de la Universidad de São Paulo (USP, Brasil): Es la experiencia más antigua en Latinoamérica. En primer lugar, el Núcleo de Políticas y Gestión Tecnológica (PGT) se focaliza en la GTI tanto a nivel de línea de investigación como de formación. En paralelo, la USP estableció la Agencia de Innovación en 2004, la cual lleva adelante proyectos de innovación y da apoyo a docentes, estudiantes y personal de apoyo a desarrollar proyectos en sociedad con sectores productivos y calificar recursos humanos. Desde 2013, la Escuela Politécnica de la USP ofrece cursos masivos online (MOOCs) en asociación con VEDUCA para Latinoamérica, incluyendo contenidos de GTI.
- d) Otras experiencias de Brasil: El Programa de Graduados Profesionales en Propiedad Intelectual y transferencia de Tecnología para la Innovación (PROFNIT) es una iniciativa reciente y similar al proyecto GTec en Argentina, lanzado en 2014.
- e) Programa de Maestría en Perú: La experiencia trata de dar respuesta al crecimiento económico experimentado por el país en años recientes, que disparó la demanda de I+D e innovación en el sector manufacturero. Lo lleva adelante la Pontificia Universidad Católica desde 2010. Contó con el respaldo técnico de ALTEC. También está integrada en la experiencia MIT Global Supply Chain and Logistics Excellence (SCALE).

- f) Minnesota Technology Management Program (MTMP): Fue una experiencia pionera en el campo de la GTI, arrancando en 1983. Lideró la investigación en este campo a la vez que formó numerosos recursos humanos de doctorado en esta línea de trabajo.
- g) Maestría Conjunta en Investigación e Innovación en Educación Superior (MARIHE): Experiencia del programa europeo Erasmus+, desde 2012, enfocada en la formación de recursos humanos para el campo universitario. Tiene titulación conjunta con la Universidad de Tampere, Danube University Krems, o la Universidad Normal de Pekín.

3. Desarrollo del Trabajo

La sociedad del conocimiento tiene una dinámica central en la cual los procesos de innovación y de aprendizaje –en especial aquellos de base tecnológica- juegan un papel dominante. El aprendizaje genera hábitos positivos que a su vez permiten bases que están disponibles para nuevos aprendizajes: “el hábito permanece desde un cambio que ya fue, para un posible cambio” (Ravaisson, 1973). En este escenario, las “capacidades innovadoras” surgidas de la transformación del conocimiento genérico en competencias, capacidades y soluciones específicas, acumuladas a partir de aprendizajes formales e informales, son fundamentales para el desarrollo endógeno y autosustentable de los países. Por ello, la innovación, la tecnología, las competencias y sus capacidades inherentes son consideradas, de manera casi unánime, tanto por empresarios e investigadores como por formuladores de políticas, como la base central para el desarrollo de los países. Dichas capacidades se forman no sólo con procesos experimentales de aprendizaje por la práctica, sino también por procesos formales de educación y/o formación profesional. La complementación entre aprendizaje, en tanto descubrimiento de lo nuevo o como cambio, y los hábitos, en tanto práctica de diversos aprendizajes, es una sinergia capital para lograr la *probabilidad de cambio*.

Otra cuestión central es el papel de las instituciones académicas en la investigación y enseñanza en este campo particular. Usualmente, el papel asignado a las universidades en el campo de la GTI se concentra en la problemática de la transferencia de tecnología y en la vinculación del mundo académico con el medio. Algunos de los patrones críticos que se mencionan para comprender mejor este tipo de vinculación son la presencia de mecanismos organizacionales descentralizados de operación, incentivos para involucra a los grupos de investigación, métodos para explotar los resultados de investigación, servicios especializados de propiedad intelectual y el apoyo académico a emprendimientos de base tecnológica (Debackere y Veugelers, 2005).

Sin embargo, las universidades también pueden contribuir formando competencias adecuadas para los retos que presentan el proceso innovador y el desarrollo tecnológico, entrenando capacidades que están en la base de las soluciones que requieren ambos procesos. Para el desarrollo de dichas capacidades se requiere además la combinación en forma tripartita de esfuerzos empresariales para incorporar tecnología e innovación, investigadores de la universidad para aportar nuevas ideas y conocimientos, e instituciones regionales o nacionales para el financiamiento y la promoción de un entorno innovador. La gran mayoría de estas competencias o capacidades están involucradas en el campo de la GTI.

Otra cuestión es si existen divergencias importantes en este campo del saber teniendo en cuenta el nivel de desarrollo de los países. Sucintamente, se ha podido observar que, a pesar de

las diferencias entre los países centrales y periféricos, las necesidades de aprendizajes y habilidades demandadas son muy similares. Es más, ambos tipos de países padecen actualmente de las mismas limitaciones en cuanto a la necesidad de nuevo conocimiento interdisciplinar sobre estas necesidades. Además, las políticas en ambas categorías de naciones suelen estar concentradas en resolver los problemas de la falta de infraestructura de investigación y de generación de conocimiento científico, pero rara vez toman en cuenta un requisito de los denominados blandos (como la capacitación) para impulsar el proceso de innovación (Arciénaga et al., 2018).

Ya sea que se ponderen las estrategias de fomentar la investigación y la innovación o se prioricen las actividades educacionales para las universidades, o ambas, los problemas de fondo en el campo de la GTI han permanecido sin una adecuada respuesta. Nos referimos a la amplia gama de formas interactivas que dan lugar a innovaciones colaborativas entre sectores, actores y disciplinas, y las competencias de naturaleza sistémica necesarias para poder imbricar en forma efectiva a dichos actores, factores y sectores diversos. Las universidades exitosas a escala mundial poseen contactos con fuentes diversas de financiación, conocimientos sobre cuáles son las estrategias de las empresas, sus aprendizajes organizacionales y competencias para apoyar la generación de nuevas empresas con nuevos modelos de negocios (Veugelers y Cassiman, 2005).

La afirmación anterior también se sustenta desde otra evidencia empírica. A pesar de intensos esfuerzos de todos los países por promover la innovación, numerosos autores han corroborado la existencia de problemas existentes entre la generación de conocimiento a través de la investigación académica y su transformación en productos, procesos, servicios, y en última medida valor para los ciudadanos y la sociedad en general a través del proceso de innovación. En EE. UU. se denomina a este importante desajuste como el "Valle de la Muerte" (Wessner, 2008), en Europa se lo conoce como la "Paradoja Europea" (European Commission, 1995; Andreasen et al., 1995; Dosi et al., 2006), y en América Latina se lo ha categorizado como un retardo en términos de innovación (Arocena y Sutz, 2010; Bravo-Ortega y García, 2007). Aunque las causas del problema en estas tres regiones son diversas, se reconoce una raíz común: desajustes serios entre la generación y la valorización del conocimiento.

Además de estos cuellos de botella para el proceso de innovación, se han detectado otros importantes problemas y desafíos a partir del estudio de casos y del relevamiento bibliográfico, conectados con los criterios de diseño curricular:

- Se ha omitido –en gran parte de la experiencia de formación en educación superior relevada- la consideración de factores del contexto actual, como la complejidad, incertidumbre, globalización y la tasa de aprendizaje humano. Estos factores son muy importantes para un proceso en constante evolución como el de la GTI. Por ello, una cuestión central al diseño de la maestría es la arquitectura de competencias, estrategias, comportamientos y herramientas que la misma puede aportar, y que son condición necesaria para transformar conocimiento en calidad de vida para los ciudadanos. "En un proyecto que involucra personas y herramientas, la acción no es sólo una competencia de los actores humanos, sino que también corresponde a un desempeño logrado por una asociación de actores humanos, una herramienta tecnológica avanzada, asociados en un proyecto. Esta asociación es una especie de combinación tanto en el diseño de la herramienta como en su desarrollo y uso" (Ouvrard-Servanton, 2012).
- Otro desafío fundamental que tiene la GTI es el de brindar respuestas a la

problemática ambiental, con soluciones sustentables. Hay enormes deficiencias para incorporar en la lógica del diseño curricular contenidos vertebrados en una estrategia basada en la economía circular. Ésta no se trata sólo de un nuevo modo de producir, sino una nueva forma de diseñar y concebir los productos, una nueva forma de interactuar en las cadenas de valor, una nueva forma de consumir, nuevos materiales con una mayor durabilidad en su ciclo de vida, para lograr una economía sostenible, hipo-carbónica y eficiente en el uso de los recursos. Es decir, se busca una nueva forma de reusar, reciclar y reducir el uso de recursos en un ciclo circular (y no lineal) de la producción y del consumo. Dos aspectos avanzados de la sustentabilidad (economía circular y la innovación responsable) no fueron contempladas en los casos analizados o en la literatura de este campo.

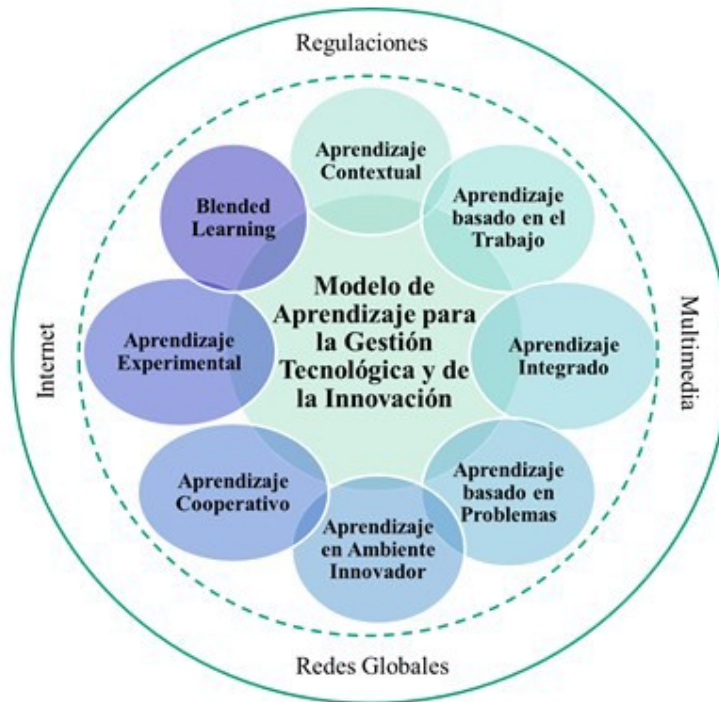
- Las ofertas de formación, a escala mundial, no han evolucionado al ritmo de las nuevas y crecientes necesidades, constituyendo esto un impedimento para la actualidad de la educación en el campo de la GTI. La situación se agrava si se considera específicamente como campo de formación la gestión de proyectos innovadores y de desarrollo tecnológico, que presentan perfiles claramente diferenciados con relación a proyectos estándares de inversión y a los instrumentos inherentes.
- Los modelos teóricos del proceso de innovación están formulados en la literatura internacional, en general, para la realidad de las economías centrales, y no desde la experiencia histórica particular de regiones que, como Latinoamérica, están en gran medida en la zaga de la frontera tecnológica. Algunos de dichos aspectos estudiados pueden ser extrapolados a la realidad latinoamericana, con las respectivas matizaciones del caso. Por ende, debido a la gran interdependencia que los modelos conceptuales y las herramientas estratégicas tienen, el diseño de la maestría requiere de la profundización de un modelo conceptual propio, que describa y explique los complejos procesos innovadores que hoy acontecen en la sociedad latinoamericana en general y en cada uno de sus países en particular, englobando en ello no sólo al quehacer económico sino a todo el conjunto de problemas innovadores que tienen que ver con la vida social, institucional y cultural de las naciones. Este dato fáctico implica que la formación de los gestores tecnológicos y de la innovación tendrá un fuerte sesgo nacional, aunque atento a las evoluciones del entorno global, con competencias que permitan procesos metacognitivos de “aprender a aprender” basados en competencias, crítico de los modelos foráneos de desarrollo e innovación, aunque abreve en sus fuentes instrumentales y se imponga (y aprenda) de sus lógicas de análisis.
- El desarrollo tecnológico y los procesos de innovación están especialmente imbricados, en algunos casos como determinantes claves, con los procesos de desarrollo a nivel local. Ninguna experiencia de formación relevada propone competencias que permitan la lectura y la comprensión cabal del entramado productivo e institucional a nivel local y regional. Este perfil de formación abre un nuevo espacio de demandas, vinculado a agentes de desarrollo local (secretarías de producción en los municipios, agencias de desarrollo, áreas de gobierno vinculadas al desarrollo local, ONGs, encargados de responsabilidad social empresaria, etc.) como posibles demandantes.
- La naturaleza interactiva del proceso innovador (Kline y Rosenberg 1986: 278) genera y es generada por una trama compleja de relaciones, donde la cultura, las

reglas de juego, las instituciones y otros agentes sociales claves, todos en conjunto desarrollan un auténtico sistema nacional de innovación. Un actor clave en este proceso son las empresas que no compiten solas en los mercados. No es un agente aislado y atomizado que lucha con sus solas fuerzas, sino que es miembro de una red colectiva de agentes diversos, de la que depende, red que se extiende en primer lugar en la geografía cercana a la empresa, pero que también la acompaña en su despliegue competitivo a escala local, nacional e internacional. Por lo tanto, el manejo de claves institucionales, sectoriales, de cadenas de valor, clústeres, y territoriales son competencias centrales para un gerente tecnológico.

- Con el incremento notable de la generación de conocimientos a escala mundial, la innovación requiere ser gestionada hoy en una forma holística, integrada y abierta. Esto implica no sólo la atención a todas las facetas del proceso innovador sino también a aquellos elementos contextuales como la incertidumbre. Ésta se ha incrementado con procesos de globalización y de integración regional como el MERCOSUR o la UE (que introducen factores no gobernables localmente), como marco de actuación y proyección internacional (casi obligada). Por lo tanto, se requiere de competencias para valorar las incertidumbres inherentes al diseño, desarrollo tecnológico y demandas de mercado, cambios territoriales y estratégicos, nuevos patrones de innovación y de mejora continua, evaluación crítica de los modelos existentes y desarrollo de uno propio.
- El “ofertismo” ha sido también una constante en muchos programas de formación de posgrado. La poca flexibilidad en la adaptación de los currículos a las demandas de los entornos locales ha sido ampliamente identificada. Para cambiar el ofertismo la maestría ha desarrollado un relevamiento de demandas con la metodología DACUM y otras, de forma tal de introducir efectivamente una lógica de demanda en el diseño curricular.

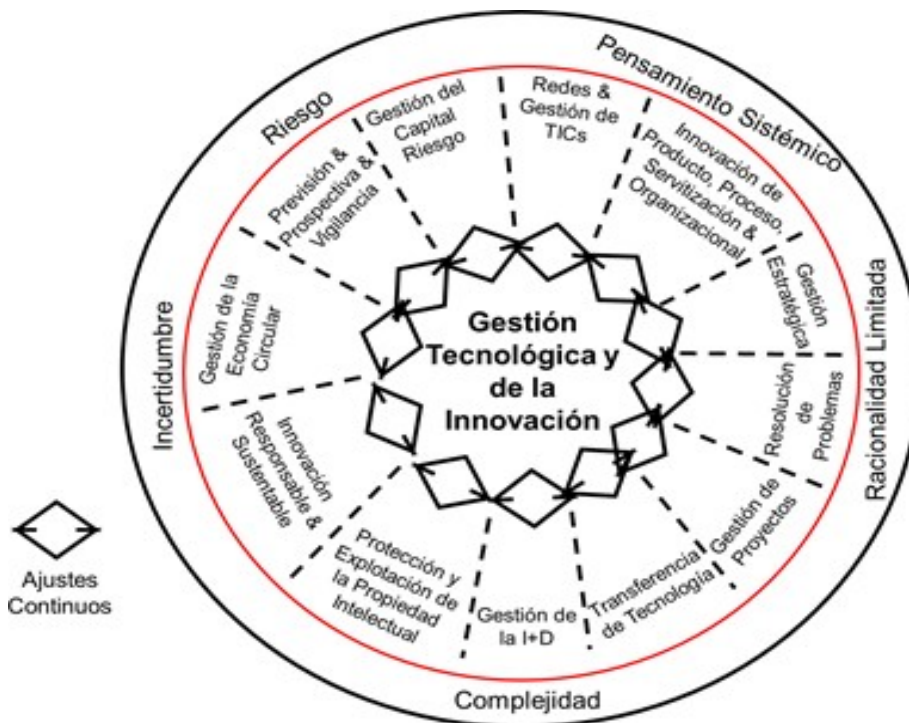
Sobre la base de estos problemas y desafíos observados en los casos de estudio y su contraste con los datos de la literatura, se describen a continuación dos modelos conectados, surgidos de este proyecto. Estos modelos capturan las similitudes de los casos analizados, los problemas y desafíos arriba señalados, los aportes de la literatura y también la experiencia desde la práctica del equipo EULA-GTEC. El primer modelo (Figura 2) intenta delimitar y explicar la GTI a partir de sus conocimientos, competencias, habilidades, herramientas y comportamientos necesarios, y el segundo (Figura 3) trata de capturar el modelo de aprendizaje organizacional y las condiciones de creatividad en este campo.

Figura 2: Modelo de Gestión Tecnológica y de la Innovación.



Fuente: Arciénaga et al., (2018).

Figura 3: Modelo de Aprendizaje Organizacional.



Fuente: Arciénaga et al., (2018).

Ambos modelos son circulares y comparten en común los siguientes patrones (Arciénaga et al., 2018): La variable dependiente o a explicar está en el punto central de ambas figuras. En el primer caso (Figura 2), diferentes competencias, herramientas y comportamientos pueden explicar las buenas prácticas en GTI. En el segundo, el aprendizaje exitoso o significativo se explica por una combinación de “avenidas” convergentes de distintas formas de aprendizaje.

- El área contigua al centro contiene todas las variables explicativas e interdependientes. Es decir, no son variables independientes, dado que se trata de sistemas complejos. Esto implica que las competencias, herramientas y comportamientos se pueden combinar entre ellas para resolver cuestiones complejas, para dar tratamiento a incertidumbres profundas, o para aprender a articular un conocimiento tácito pobremente articulado, o sus herramientas o nuevos comportamientos.
- Los contextos en ambos modelos son el área cercana al círculo exterior. Se pueden conceptualizar a estas variables contextuales como variables latentes.

4. Resultados Alcanzados

Sobre la base de los estudios destacados en el apartado anterior se diseñó una propuesta curricular para la maestría EULA-GTEC que apunta a los siguientes objetivos de logro o competencias:

- a. Formar a los participantes en competencias que armonicen la comprensión de problemáticas sociales, productivas, económicas y organizacionales, desde la perspectiva tecnológica y de los procesos de innovación y cambio en las mismas.
- b. Potenciar las capacidades de intervención organizacional y/o territorial, orientadas al desarrollo empresarial e institucional-territorial, tomando, como base de los cambios, una mirada integral y sistémica del proceso de innovación. Esto es, compartir los conocimientos expertos en una red de actores (Arvanitakis et al., 2013).
- c. Ofrecer la continuidad de formación de posgrado para quienes han cursado carreras afines, a nivel de especialización, de forma de dar posibilidad de continuidad de estudios, en materia de GTI.
- d. Contribuir a formar profesionales capaces de gestionar la puesta en valor del conocimiento ya existente, diseñar estrategias de desarrollo tecnológico e innovación (Ouvrard-Servanton et al., 2015), analizar y formular escenarios de prospectiva tecnológica, construir propuestas de intervención (empresas, sectores y/o territorios), formular y ejecutar los proyectos adecuados a las necesidades y oportunidades de cada organización, y gestionar procesos de aprendizaje basados en la resolución de problemas.

Esta caja curricular (Tabla 1) cuenta con espacios agrupados en los siguientes ciclos:

- Básico: conceptos, procedimientos y herramientas necesarias para la comprensión de las asignaturas del ciclo aplicadas (para resolver los problemas inherentes a los factores del contexto actual, como la complejidad, incertidumbre, globalización y la tasa de aprendizaje humano).
- Aplicadas: conceptos, procedimientos y herramientas para el desarrollo de las competencias en la gestión de la tecnología y la innovación.
- Complementarias: conceptos, procedimientos y herramientas que contribuyen a fortalecer la formación integral del estudiante.

- Prácticos: destinados al desarrollo de competencias y habilidades prácticas.

Tabla 1: Caja de Diseño Curricular

Cursos Obligatorios:	Ciclo	Horas	ECTS
Gestión de la Tecnología y de la Innovación 1: Introducción a los Sistema Tecnológicos Innovadores.	Básicas	48	2
Gestión de la Tecnología y de la Innovación 2: Gestión de la Innovación.	Básicas	48	2
Gestión de Proyectos, de Riesgos y de Incertidumbres.	Aplicadas	42	1,75
Gestión del Conocimiento y Propiedad Intelectual.	Aplicadas	48	2
Economía Circular e Innovación Sustentable.	Aplicadas	42	1,75
Políticas y Marco Normativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.	Básicos	36	1,5
Tecnologías Emergentes 1: Nanotecnología y Materiales Avanzados.	Complementaria	36	1,5
Tecnologías Emergentes 2: Industrias 4.0.	Complementaria	36	1,5
Tecnol. Emergentes 3: Diseño Avanzado para la Innovación Sustentable.	Complementaria	36	1,5
Subtotal		372	15,5
Seminarios Obligatorios:			
Prospectiva y Planeamiento Estratégico.	Aplicadas	36	1,5
Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva.	Aplicadas	36	1,5
Metodologías de Resolución de Problemas Tecnológicos y de Gestión.	Aplicadas	36	1,5
Transferencia de Tecnología y Marketing de la I+D.	Aplicadas	36	1,5
Problemáticas de la Gestión de Organizaciones Innovadoras.	Básicas	36	1,5
Gestión Emprendedora y de la Creatividad.	Aplicadas	36	1,5
Sociología de la Innovación.	Complementaria	36	1,5
Subtotal		252	10,5
Seminarios Optativos:			
Biocología y Tecnologías Innovadoras para el Agro y la Industria Alimentaria.	Complementaria	36	
Innovaciones en el Campo de los Servicios.	Complementaria	36	
Manufactura Avanzada y Sustentabilidad.	Complementaria	36	
Innovación Social.	Complementaria	36	
Herramientas de Pensamiento Sistémico y de Gestión de la Complejidad.	Complementaria	36	
Competitividad e Innovación en Pymes y Desarrollo Local.	Complementaria	36	
Gestión de la Calidad y Certificación.	Complementaria	36	
Internet de las Cosas	Complementaria	36	
Subtotal (se eligen 2 seminarios optativos)		72	3
Estadías y/o Pasantías	Práctico	36	
Subtotal		36	1,5
Taller de trabajo final: Proyecto Final	Práctico	60	
Subtotal		60	2,5
Totales		792	33

Fuente: Elaboración propia.

Algunas características salientes de este diseño curricular son:

- En cuanto a contenidos, se han incorporado aquellos que resuelven los problemas y desafíos identificados (tendencias futuras, condiciones de contexto como la incertidumbre, emprendedorismo universitario, economía circular, innovación

responsable, etc.).

- El diseño de la maestría ha sido pensado para modalidad de cursada a distancia, soportada en el entorno virtual Moodle.
- En la formación técnica se ha tenido en cuenta para la selección de los espacios curriculares el planteo de los Key Enabling Technologies (KETs) (European Commission, 2014). Las KETS son un grupo de seis tecnologías con un amplio rango de aplicaciones, tales como el desarrollo de energías de bajo carbono, mejora en la eficiencia y en los recursos energéticos, y creación de nuevos productos medicinales. Su potencial es muy grande para estimular el crecimiento económico y la creación de empleos.
- En la formación en materia de gestión se ha tomado como base el modelo propuesto en el apartado anterior.
- En materia de competencias a formar, los contenidos y espacios curriculares tratan de alcanzar un equilibrio entre aquellas destinadas a la formación en la gestión de tecnologías y de la innovación en vinculadores tecnológicos y otros agentes de desarrollo, y las que promuevan la demanda de tecnologías y de capacidades de gestión de la innovación desde las mismas empresas (con acento en las PYMES) y eventualmente desde dentro de los propios organismos de desarrollo o de I+D.
- En lo referente a los créditos del programa de estudio, además de la duración en horas totales, teóricas y prácticas, se adoptará el Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS), creado en el marco del programa ERASMUS en 1989.
- Se enfatiza el carácter profesional de la maestría a través de estancias y/o pasantías que se realizarán tanto en países latinoamericanos como en las facilidades que ofrecen los socios europeos del proyecto EULA-GTEC.
- Todo el trayecto formativo culmina con la presentación y defensa de un proyecto real o realizable, que resuelva problemas o aproveche una oportunidad de innovación tecnológica.
- Debido a la intervención de múltiples universidades, con sus respectivos equipos administrativos, docentes y equipamientos, la maestría será de titulación múltiple y cada universidad será la encargada de dictarla y administrarla.
- Está prevista la incorporación de instrumentos de apoyo a los procesos de gestión tecnológica y de innovación, como condición suficiente de éxito. Se están diseñando herramientas de e-service que desarrollen y validen instrumentos adaptados a la realidad nacional en la que se implemente, con instrumentos disponibles en cajas de herramientas (toolkits) en la web, como software.

5. Análisis y Discusión de los Resultados

Los dos tópicos centrales de discusión serán el diseño curricular y su implementación. En cuanto al primero, la estrategia de diseño curricular utilizada permitió diagnosticar, identificar y proponer un conjunto básico de competencias para la formación de la gestión de la tecnología y de la innovación. Dichas competencias de base deben ser luego ajustadas con picos de especialización según las regiones, los agentes y sectores a los que se dirija dicha formación. De esta forma es posible desarrollar un diseño básico centralizado común que asuma las necesidades y demandas, potencie fortalezas y neutralice debilidades, surgidas del

propio estudio del campo interdisciplinar, y al mismo tiempo un proceso de contextualización que produzca nuevos diseños surgidos con la debida descentralización y adaptación local y/o sectorial, a partir de la aplicación de dicho diseño curricular de base por distintos socios internacionales.

Además del diseño curricular, es necesario tener en muy en cuenta las condiciones necesarias para su implementación. En este sentido, resultará crucial que en esta fase la maestría internacional EULA-GTEC adopte un enfoque de los contenidos que privilegie los ejercicios de simulación, las prácticas con instrumentos aplicables a los modelos empresariales del entorno local, la estructuración y resolución de problemas del mundo real, la negociación de conflictos vinculados a la puesta en valor del conocimiento, entre otros, introduciendo al estudiante en el manejo de las claves que gobiernan la particular dinámica del proceso innovador actual.

Desde lo pedagógico, la implementación deberá enfatizar modelos de enseñanza y de aprendizaje que re-signifiquen los conocimientos de los estudiantes (tanto el ya adquirido como el nuevo) y los procesos meta-cognitivos, que permitan la formación de capacidades analíticas, habilidades procedimentales (en especial aquellas destinadas a la búsqueda de información y a la gestión de herramientas de gestión), y en particular de competencias actitudinales sobre la esencia de la problemática de la GTI.

La carga horaria (Tabla 1) se encuentra repartida entre horas teóricas y prácticas. Cabe acotar que ambos tipos de carga horaria se deberían mezclar deliberadamente en cada curso y seminario, de forma de producir aprendizajes significativos y de fortalecer el perfil de corte profesional, elegido para la maestría.

Con relación al sistema de créditos, se requiere que el diseño curricular se exprese en objetivos que se especifiquen en forma preferente en términos de los resultados del aprendizaje y de las competencias que se han de adquirir. Además, la carga de trabajo del estudiante debe ser la necesaria para la consecución de los objetivos de cada espacio curricular. En este caso, un crédito representa de 24 horas de trabajo, como mínimo necesario para la adquisición de competencias. Este sistema (ECTS) no sólo ha producido mejoras en la calidad de la educación, sino que también mejora la posible movilidad futura y el reconocimiento académico de los estudiantes cuando participan numerosas instituciones universitarias, como es aquí el caso de esta maestría.

La definición de la maestría a distancia también impone condiciones especiales de implementación. Se concibe al entorno virtual para el aprendizaje como un espacio social virtual, es decir no presencial, sino representacional, no proximal, sino distal, multicrónico, que depende de redes electrónicas cuyos nodos de interacción pueden estar diseminados por diversos países (Bello Díaz 2005). Se incluye aquí el nuevo uso de los tiempos y de los espacios de la educación a distancia, la formación de formadores como condición necesaria de calidad, la incorporación de software de simulación y servicios basados en la web (e-services), el uso de casos locales para la formación, la inclusión de un observatorio PyMEs para el seguimiento de las necesidades tecnológicas y de innovación, el diseño de instrumentos y herramientas adaptadas a este tipo de empresas, y la acreditación de la maestría mediante un proyecto final como área de refuerzo y transferencia en la formación de competencias.

El debate entre los socios del proyecto también identificó la necesidad de una propuesta metodológica centrada en una pedagogía social y en el “modelo de aprender a aprender en competencias”, lo cual impone procesos de aprendizaje y de enseñanza superadores de antiguas modalidades. Estos nuevos procesos de aprendizaje, vinculados a la combinación de formas convergentes, tienen que ver con construir y validar conocimientos y competencias para

situaciones nuevas y no sólo transmitir y repetir.

Por tratarse de una carrera interinstitucional de titulación múltiple, cada universidad obrará como sede administrativa a los efectos de recibir las inscripciones de los estudiantes quienes se inscribirán en una sola sede que será responsable del seguimiento académico del mismo.

6. Conclusiones

La gestión tecnológica y de la innovación es por antonomasia un espacio proactivo y relacional de generación, diseño y comunicación de propuestas de distintos rangos de alcance (empresarial, sectorial, territorial, institucional), aunque de naturaleza más bien colectiva en su concepción e implementación. Esto involucra, entonces, conocimiento general de y capacidad de diálogo con los campos de la demanda, de la oferta, y del sistema institucional (incluyendo el financiero y el periodístico), capacidad de potenciación de autoestima entre los actores, y de aspectos más instrumentales como la capacidad de saber organizar consultas específicas y de elaboración de informes (claros, concretos, sintéticos, entendibles) como base eficiente de comunicación. Por otro lado, no es un espacio ni una estructura autorreferente, sino un nodo de una configuración en red. En otras palabras, este campo del saber y de la acción forma también parte de los aprendizajes invisibles del conocimiento (de toda naturaleza), su puesta en valor (innovación) y sus intercambios, con una vertiente local y otra global, con la función de anudar en coaliciones sustentables por proyecto a los actores socioeconómicos y políticos.

El enfoque en esta maestría agrega nuevas dimensiones al planteo más microeconómico, que centra en la empresa los procesos de gestión de la innovación. El diseño curricular pivota en el estado del arte tecnológico, aunque también desarrolla capacidades emprendedoras, da soporte a la vinculación de agentes de investigación con nuevas ventanas de oportunidades, al tiempo que cultiva una visión territorial y de cadenas de valor, formando capacidades no sólo lógicas sino dialógicas para trabajar en red, y estimula búsquedas permanentes también de oportunidades desde la demanda.

Otras de las fortalezas de la maestría analizada es la de poseer como característica diferencial un programa curricular con un equilibrio de profundidad en los abordajes (sin excesos academicistas) y el tratamiento de la problemática de gestión. Propone la formación desde el foco central de las competencias, habilidades, herramientas y comportamientos necesarios para la GTI, tanto en el ámbito público como privado. Combina conocimiento técnico, basado en las KETs y la innovación tecnológica relacionada con los ejes prioritarios de desarrollo en la era digital, con competencias y herramientas de gestión. Entre sus contenidos destacan también los vinculados a la gestión del “capital humano”, cubriendo así las facetas sociales del proceso de innovación, e incluso la formación de capacidades metodológicas de investigación para analizar los cambios operacionales.

Los docentes de todas las Universidades socias del Proyecto EULA-GTEC conforman un cuerpo académico sólido para llevar adelante la maestría. Además, está previsto en el proyecto la movilidad de docentes y estudiantes, de forma tal de enriquecer las diversas instancias de formación requeridas, incluyendo pasantías y estancias en universidades europeas.

Debido a la participación de numerosas instituciones académicas de diversos países, la maestría adopta como estrategia central un diseño de competencias de base que deje abierta la incorporación de competencias de especialización demandadas localmente.

Sin embargo, existen importantes diferencias procedimentales en los posgrados de ambas regiones analizadas. A diferencia de Europa, en Latino América hay numerosos puntos de divergencia a resolver: cantidades de créditos requeridos, normas de aprobación, criterios en las titulaciones, reconocimientos de trayectos, etc. Esto hace muy compleja la articulación de posgrados conjuntos entre Universidades latinoamericanas. De hecho, es el escollo más importante por resolver en la maestría conjunta.

Como limitaciones, el diseño curricular no puede mostrar la experiencia de implementación y su evaluación. Se sugiere considerar buenas prácticas como la incorporación de formas de seguimiento a los estudiantes una vez graduados (clubes, consejos de sabios, membresías), y certificaciones que permitan una actualización continua y una futura articulación institucional entre los egresados. Estas estrategias también pueden impactar positivamente sobre la retención durante el cursado. Las respuestas a cuál es la conexión entre el aprendizaje organizacional y el apoyo de la universidad en esta materia sólo recibe en este trabajo un pequeño avance.

7. Referencias

- Andreasen, Lars, Coriat, Benjamin y Kaplinsky, Raphael (1995). *Europe's Next Step: Organisational Innovation, Competition and Employment*. Brussels: Routledge.
- Arciénaga Morales, A.A.; Nielsen, J.; Bacarini, H.A.; Martinelli, S.I.; Kofuji, S.T.; García Díaz, J.F. (2018). Technology and Innovation Management in Higher Education—Cases from Latin America and Europe. *Administrative Science*. Vol. 8, n° 11.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2010). Weak Knowledge Demand in the South: Learning Divides and Innovation Policies. *Science and Public Policy* 37: 571–82.
- Arvanitakis, S., Agostinelli, S. et Ouvrard, M. (2013). Partage de compétences dans un réseau d'acteurs. *Revue Management des Technologies Organisationnelles*, vol. 3, pp. 41-52
- Bateson, Gregory y Ruesch, Jurgen (1988). *Communication et Société*. Paris: Edition Seuil.
- Bello Díaz, Rafael E. (2005). Educación Virtual: Aulas sin Paredes. Recuperado el 13/06/2008, de <http://www.educar.org/articulos/educacionvirtual.asp>
- Birkinshaw, J., Hamel, G., y Mol, M.J. (2008). Management Innovation. *Academy of Management Review*, vol. 33, n° 4, pp. 825-845.
- Bravo-Ortega, Claudio y García, I. (2007). Cerrando la Brecha Innovativa Latinoamericana: ¿Qué podemos aprender de Corea, Israel y Finlandia? *Serie Estudios Socio-Económicos* 35; Santiago de Chile: Corporación de Estudios para Latinoamérica.
- Debackere, Koenraad, and Reinhilde Veugelers. 2005. The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy* 34: 321–42.
- Dosi, Giovanni, P. Llerana y M. Sylos Labini (2006). The Relationships between Science, Technologies and their Industrial Exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'. *Research Policy* 35: 1450–64.
- Dubois, Anna, and Lars-Erik Gadde (2002). Systematic combining: An abductive approach to case research. *Journal of Business Research* 55: 553–60.
- European Commission (1995). *Green Paper on Innovation*. Luxembourg: European Commission.
- European Commission (2014). *Horizon 2020: Key Enabling Technologies (KETs), Booster for European Leadership in the Manufacturing Sector*. Luxembourg: European Commission.
- Hüllermeier, Eyke. (2007). *Case Based Approximate Reasoning*. Dordrecht: Springer.
- Kaldor, Nicholas (1961). Capital Accumulation and Economic Growth. Incluido en F. A. Lutz y Douglas Hague. *The Theory of Capital*. New York: International Economic Association & Macmillan, pp. 177–222.
- Kline, Robert y Rosenberg, Nathan (1986): "An Overview of Innovation", incluido en National Academy of Engineering (1986): *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, Washington: National Academy Press, pp. 275-305.

- Ouvrard, M. (2012). Communiquer avec les populations socialement et géographiquement isolées. Colloque International Développement territorial, patrimoine et tourisme en zones fragiles et menacées. Djerba, Tunisie. *Revue des Régions Arides*, vol. 28 : 2 – Numéro Especial, pp. 609-622.
- Ouvrard-Servanton, M., Lombardo, E., Arvanitakis, S., Metge, M. y Agostinelli, S. (2015). Performer pour constituer une équipe projet : niveaux nécessaires de traduction et de codification, *Revue Management des Technologies Organisationnelles*, vol. 5, pp. 223-235.
- Ravaisson, F. (1997). *De l'Habitude*. Paris: Payot & Rivages.
- Veugelers, Reinhilde, y Bruno Cassiman (2005). R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization* 23: 355–79.
- Wessner, Charles (2008). *An Assessment of the SBIR Program*. Washington: National Academy Press.
- White, Margaret y Garry Bruton (2011). *The Management of Technology and Innovation: A Strategic Approach*. Mason: Cengage Learning.

Estrategias en programas internacionales que fomentan la educación en innovación y emprendimiento y su relación con modelos de gestión de la innovación tecnológica y empresarial

Jhon Víctor Vidal Durango

Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Vicerrectoría de Ciencia, tecnología e Innovación, Colombia

Jhon.vidal@cecar.edu.co

Juan Carlos Echeverri Alvarez

Universidad Pontificia Bolivariana, Doctorado en Educación, Colombia

Juan.echeverri@upb.edu.com

Resumen

Diversas instancias de política pública educativa alrededor del mundo buscan encaminar la educación en innovación y el emprendimiento escolar como un proceso orientado a resolver de manera novedosa problemas del entorno de la escuela mediante el desarrollo de proyectos que tengan como propósito cambiar la realidad existente y, correlativamente, generar competencias en los estudiantes para transformar sus ideas en hechos. Hay una serie de programas o experiencias internacionales que buscan generar competencias hacia el emprendimiento innovador, cada una de ellas con sus propios modelos didácticos soportados tanto en fundamentos pedagógicos como en prácticas del mundo empresarial; sin embargo, no se han evaluado desde la óptica de los modelos de la gestión de la innovación, a pesar de que estos podrían mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos. Se identificaron ciertos elementos de los modelos de innovación como actividades, fases, secuencias y rutinas desarrolladas por programas reconocidos en el fomento de la innovación y emprendimiento escolar. Para ello se recurrió a una revisión documental de 14 programas internacionales y a la realización de una equivalencia con actividades, fases y rutinas de los modelos de innovación tecnológica y empresarial mediante un panel de expertos. Los resultados indicaron que estos programas desarrollan 9 fases con 24 actividades principales asociadas a los modelos de innovación empresarial configuradas principalmente mediante modelos de tipo lineal. Lo anterior permitirá hacer nuevas propuestas de diseño de modelos para la enseñanza de la innovación y el emprendimiento adaptadas a los objetivos formativos propuestos desde las organizaciones escolares.

Palabras clave

Modelos de innovación, Gestión de la innovación, Proyecto, Escuela, Educación.

1. Introducción

La Unión Europea insiste en posicionar la educación para el emprendimiento como actividad orientada a resolver nuevos problemas mediante respuestas no conocidas previamente. Existen directrices de política pública como la comunicación expedida en noviembre de 2012 por la Comisión al Parlamento Europeo que insta la realización de mayores esfuerzos en la educación para que se concentren en el desarrollo de las aptitudes transversales, singularizando, entre todas ellas, las aptitudes de innovación y emprendimiento. En este contexto, se pretende generar en la población estudiantil habilidades y comportamientos para

transformar las ideas en hechos, lo que está relacionado con la creatividad, la innovación, así como con competencias para planificar y gestionar proyectos con el fin de alcanzar objetivos (COTEC, 2010). A pesar de esfuerzos como los anteriores, se observa en la escuela tradicional una distancia entre las necesidades sociales demandadas en temas de habilidades y comportamientos innovadores, así como las prácticas didácticas realizadas en la escuela para lograrla. Al respecto, Matlay (2014) indica que no se han definido correctamente las competencias a medir y que existen diferencias en contenidos utilizados, poco consenso pedagógico acerca de asignaturas y métodos adecuados, así como poca contrastación empírica.

A pesar de lo anterior, hay una serie de programas y experiencias internacionales que son reconocidos en el fomento de la innovación y el emprendimiento escolar, en especial en los sistemas de educación básica y media; entre los más destacados: *Network For Teaching Entrepreneurship* (NFTE) (USA), Empresa Joven Educativa (EJE) (España), Concurso Imagina (España), Citas Rápidas Profesor Emprendedor (Finlandia), Mi negocio en mi municipio (Polonia), *Star of Science* (Qatar), Festival de emprendimiento BOSS (Polonia), *Young Enterprise Scheme* (YES) (Nueva Zelanda), El plan (Chile), FUNecole (Gran Bretaña), *Summative Project Innovator* (Dinamarca), *Design for change* (India), *App for good* (Inglaterra), Plan Ceibal (Uruguay), proyecto educativo de trabajo, innovación y tecnología-PETIT (España), Innoomia (Finlandia) e *Innovation Education (IE) model* (Islandia), entre otros.

Cada uno de estos programas o experiencias cuentan con sus propios modelos didácticos soportados en distintos fundamentos pedagógicos y prácticas del mundo empresarial, pero no se han analizado desde la óptica de los modelos de gestión de la innovación, a pesar que estos pueden ayudar a mejorar el entendimiento del comportamiento de la organización, categorizar información acerca de ella, interpretar los datos que la describen y proveer un lenguaje común y abreviado sobre su estructura funcional; todo esto en el marco de prácticas que incluyen distintas fases de los macro procesos Investigación, desarrollo e innovación que se pueden realizar en distinto orden y tiempo (Burke & Litwin, 1992).

Para Barbieri y Teixeira (2016) un modelo de innovación comprende un grupo de principios, regulaciones, rutinas y prácticas que guían los procesos de innovación en una organización. Los modelos principalmente son de carácter intra-organizacionales e inter-organizacionales o multiagentes, los primeros, también denominados de innovación empresarial, representan los componentes de la organización individual y las acciones y relaciones que establecen de cara a los procesos de innovación, mientras que los segundos hacen énfasis a los conjuntos de organizaciones o agentes vinculados en dinámicas de (Fajardo & Robledo, 2012).

Los modelos de gestión de la innovación tecnológica han tenido una evolución desde el inicio de la posguerra (Schot & Steinmueller, 2018). Varios autores han propuesto distintos procesos de evolución de los modelos de innovación tecnológica como Rothwell (1994) con cinco generaciones; Marinova y Phillimore (2003) con seis generaciones; Tidd (2006) con 4 generaciones; Berkhout, Hartmann, Duin, y Ortt (2006) con 4 generaciones, y (Boehm Fredericks (2010), con 6 generaciones. Las propuestas más preponderantes han sido las de Rothwell (1994) y la posterior introducción de la concepción de una sexta generación soportada en la gestión de un medio innovador por parte de Marinova y Phillimore (2003). La propuesta que se consideró en este análisis es la Rothwell (1994), que incluye las generaciones: 1) *Technology push*, 2) *Market pull or need pull*, 3) *Coupling model*, 4) *Integrated model*, 5) *Parallel and integrated model*.

La primera generación contempla el desarrollo del proceso de innovación a través de la

causalidad que va desde la Ciencia a la Tecnología y viene representado mediante un proceso secuencial y ordenado que, a partir del conocimiento científico, y tras diversas fases, comercializa un producto o proceso que puede ser económicamente viable (Velasco, Zamanillo, & Gutze Intxauburu, 2003). En la segunda generación las necesidades de los consumidores se convierten en la principal fuente de ideas para desencadenar el proceso de innovación. El mercado se concibe como fuente de ideas a las que dirigir la I+D, que desempeña un papel meramente reactivo en el proceso de innovación, aunque todavía juega un papel esencial como fuente de conocimiento para desarrollar o mejorar los productos y procesos (Velasco et al., 2003).

En la tercera generación contempla el proceso de innovación como una serie de etapas consecutivas, detallando y haciendo énfasis, bien en las actividades particulares que tienen lugar en cada una de las etapas, o en los departamentos involucrados (Velasco & Zamanillo, 2008), es decir representan una secuencia lógica, no necesariamente continua, que puede ser dividida en series funcionalmente distintas pero con etapas interdependientes, con el propósito de mejorar la cantidad y difusión de las innovaciones en el mercado (Velasco et al., 2003). Mientras que los modelos de cuarta generación incorporan procesos retroactivos de comunicación entre las diversas etapas; a partir de la consideración del tiempo de desarrollo como una variable crítica del proceso de innovación, las fases del proceso de innovación tecnológica comienzan a ser consideradas y gestionadas a través de procesos solapados o incluso concurrentes o simultáneos (Nuchera, Morote, & Serrano, 2002).

Los modelos de quinta generación involucran el uso intensivo y flexible de redes integradas y sistemas para implementar innovaciones de forma rápida y continua, apoyándose sofisticadas herramientas electrónicas que permiten a las empresas incrementar la velocidad y la eficiencia en el desarrollo de nuevos productos y procesos; mientras que los modelos de sexta generación permiten la facilidad de contacto y confianza entre los socios y las condiciones sociales, culturales y naturales, mediante la gestión de elementos como los sistemas productivos locales, relación de agentes locales, relación de entidades públicas y privadas que soportan la innovación, un fomento a la cultura de innovación y procesos de aprendizaje colectivos (Barbieri & Teixeira, 2016; Camagni, 1991).

Por otra parte, los modelos intra organizacionales o de innovación empresarial también han evolucionado. Fajardo y Robledo (2012) hacen una relación de los modelos de innovación tecnológica asociados a las 3 últimas generaciones de modelos de innovación tecnológica de Rothwell. Así para los modelos de tercera generación asocia los modelos de innovación empresarial de Kline & Rosenberg, I+D+i de la Norma NTC 5801, CIDEM, I+D+i de COMPETINOVA, I+D+i de (GIDi) y de Korobow; para los modelos de cuarta generación asocian los modelos EIRMA y Takeuchi y Nonaka; mientras que para los modelos de quinta generación se asocia a los modelos de COTEC, Arnold & Kuhlman, I+D+i – IBERDROLA, Fischer y Modelo Edquist.

Este estudio da a conocer las actividades, fases, secuencias rutinas realizadas por distintos programas de fomento a la educación en innovación y emprendimiento desde la óptica de los modelos de la Gestión de la Innovación, lo cual permitirá posteriormente relacionar estos resultados con otros de carácter nacional o local e incluso asociarlos con otros constructos como comportamiento innovador o prácticas pedagógicas.

2. Metodología

Este artículo se realizó en el marco de una investigación de enfoque cualitativo, de

revisión documental, de carácter transversal y alcance descriptivo, que buscó identificar las actividades, fases y secuencias realizadas en los proyectos de innovación y emprendimiento escolar desarrolladas por 14 programas internacionales reconocidos: 1) *Network For Teaching Entrepreneurship* (NFTE), 2) *Design for change*, 3) *Apps for good*, 4) *Stars of Science*, 5) Empresa Joven Educativa (EJE), 6) Mi negocio en mi municipio, 7) Concurso Imagina, 8) Citas rápidas Profesor-Emprendedor, 9) Festival de emprendimiento BOSS, 10) *Young Enterprise Scheme* (YES), 11) El Plan, 12) InnoOmnia, 13) Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), y 14) *Innovation Education (IE) model*- Islandia. Lo anterior, se desarrolló en tres fases:

Fase 1. Se identificaron actividades y fases propias de 4 modelos de innovación empresarial: *Stage Gate* de Cooper (1990) para modelos lineales; Kline & Rosenberg (1986) para modelo mixtos; Takeuchi y Nonaka (1986) para modelos integrados; y Edquist (1995) para modelos en red.

Fase 2. Se identificaron las actividades y fases que desarrollan los programas internacionales. Para establecer las equivalencias de las fases, actividades y modelos en sistemas de educación de básica y media se recurrió a un panel de expertos.

Fase 3. Se estableció la secuencia de desarrollo de las actividades y fases para establecer la semejanza a cualquiera de las generaciones de modelos de innovación tecnológica existentes.

3. Resultados

Se identificaron 9 fases distintas en el marco de los proyectos de innovación y emprendimiento escolar en los 14 programas internacionales analizados, de los cuales seis están asociadas con procesos de Gestión de la Innovación: Ideación, Investigación y búsqueda de conocimiento externo, Desarrollo de prototipos, Gestión de redes, Desarrollo de productos y Difusión de innovaciones y divulgación de resultados; dos están relacionadas exclusivamente a procesos de emprendimiento: Desarrollo de modelos y planes de negocio, y Creación de empresas reales o ficticias; y una está asociada con los procesos propios de la educación: Formación. Cabe recordar que en la educación básica y medios los procesos de fomento a la innovación y emprendimiento se abordan de manera complementaria, como lo indica informe de la Comisión Europea por la formación y educación denominado: La educación para el emprendimiento en los centros educativos en Europa (European Commission, EACEA, & Eurydice, 2016). La tabla 1, muestra las fases desarrolladas en cada uno de programas internacionales de fomento a la innovación y el emprendimiento.

Tabla 1. Fases desarrolladas en cada uno de programas internacionales de fomento a la innovación y el emprendimiento.

	IDE	INV	PRO	RED	PROD	MON	DIV	CREA	FOR
PROGRAMA									
Network For Teaching Entrepreneurship (NFTE)	X		X	X	X	X	X	X	X
Design for change	X	X	X	X			X		
Apps for good	X		X		X	X	X	X	
Stars of Science	X		X		X		X	X	
Empresa Joven Educativa (EJE)					X		X	X	

Mi negocio en mi municipio	X			X	X
Concurso Imagina	X			X	X
Citas rápidas Profesor- Emprendedor	X		X		X
Festival de emprendimiento BOSS	X			X	X
Young Enterprise Scheme (YES)	X		X	X	X
El Plan	X			X	X
InnoOmnia	X				X
Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT)	X	X	X	X	X
Innovation Education (IE) model- Islandia	X	X	X	X	X

Nota: Las abreviaciones utilizadas fueron: **IDE:** Ideación, **INV:** Investigación y búsqueda de conocimiento externo **PRO:** Desarrollo de prototipos, **RED:** Gestión de redes, **PROD:** Desarrollo de productos, **MON:** Desarrollo de modelos y planes de negocio, **DIV:** Difusión de innovaciones y divulgación de resultados, **CREA:** Creación de empresas reales o ficticias y **FOR:** Formación

Del análisis de 4 modelos de gestión de la innovación empresarial: *Stage Gate* de Cooper (1990) para modelos lineales; Kline y Rosenberg (1986) para modelo mixtos; Takeuchi y Nonaka (1989) para modelos integrados; y Edquist (1995) para modelos en red, se pudieron establecer mediante panel de expertos 21 actividades relacionadas con las 6 fases identificadas en los programas de fomento a la innovación y el emprendimiento escolar que están asociadas a la gestión de la innovación. La actividad del modelo de gestión de la innovación, la equivalencia propuesta por el panel de expertos y los programas internacionales que la desarrollan, en cada una de las fases se muestran en las tablas 2-7.

Tabla 2. Actividades de los modelos de gestión de la innovación en la fase de ideación

ACTIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	EQUIVALENCIA CON ACTIVIDADES EN LA ESCUELA / OTRA FASE	DESCRIPCIÓN	PROGRAMAS
Análisis interno/ externo	Identifican necesidades y oportunidades del contexto /Investigación	Realizan un proceso sistemático de reconocimiento de necesidades y oportunidades generadas en el contexto escolar y hacen una selección con criterios para establecer la idea o ideas iniciales del proyecto de innovación escolar	Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), <i>Innovation Education (IE) model- Islandia</i>
Técnicas de creatividad	Usan de técnicas de creatividad en el desarrollo del proyecto de innovación escolar/ Prototipado	Usan distintas técnicas de creatividad para aumentar o mejorar las ideas ya sea con herramientas creativas de tipo colaborativo como Lluvias de ideas, Phillips 66, Bloc de notas colectivo, SIL <i>Method</i> y Metodo 635; herramientas individuales de tipo analógicas como IDEART y Biónica; herramientas de organización de equipos creativos como Seis sombreros para pensar, INNSIGTH, Lista de atributos, entre otras.	Apps for good, Festival de emprendimiento BOSS, <i>Innovation Education (IE) model- Islandia</i>
Selección de ideas con potencial innovador	Realizan un proceso sistemático de selección de ideas	Realizan reuniones entre estudiantes y docentes, con la presencia ocasional de expertos temáticos y empresarios consolidados, donde se generan ideas para ser desarrolladas en los proyectos de innovación y emprendimiento escolar, donde se busca generar el mayor número de ideas en un tiempo determinado para posteriormente seleccionar la idea o ideas a trabajar por el grupo teniendo en cuenta diversos mecanismos de escogencia. El proceso es sistematizado.	Design for change, Apps for good, Stars of Science, Mi negocio en mi municipio, El Plan, Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), <i>Innovation Education (IE) model- Islandia</i>

Portafolio de proyectos de innovación	Conforman un banco de ideas generadas en la escuela	Priorizan y consolidan una base de datos de ideas para ser desarrollados mediante proyectos de innovación y emprendimiento escolar que pueden ser desarrollados en diferentes condiciones de modo, tiempo y lugar. Para ello recurren a procesos propios de selección, incluyendo jurados externos y en ocasiones las ideas consideradas con mejor ponderación son publicadas.	Mi negocio en mi municipio
Establecimiento de retos de innovación	Establecen uno o varios retos que deben ser resueltos por distintos grupos/ Prototipado	Se establecen retos relacionados con problemáticas tecnológicas, empresariales o sociales que deben ser resueltos por varios grupos de estudiantes mediante el planteamiento y desarrollo de una solución concreta, lo que permite obtener un mayor número de posibles soluciones mejorando las opciones de aceptación social de la alternativa seleccionada, a la vez que se fomenta el trabajo en equipo y la competitividad.	Network For Teaching Entrepreneurship (NFTE), Festival de emprendimiento BOSS

Tabla 3. Actividades de los modelos de gestión de la innovación en la fase de investigación y búsqueda de conocimiento externo

ACTIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	EQUIVALENCIA CON ACTIVIDADES EN LA ESCUELA / OTRA FASE	DESCRIPCIÓN	PROGRAMAS
Investigación	Realizan procesos de investigación para obtener nuevo conocimiento	Hacen procesos de investigación para obtener información secundaria o primaria que les permita comprender mejor ciertas situaciones de carácter técnico, tecnológico, social o económico que son necesarias para desarrollar su proyecto de innovación y emprendimiento escolar. En esta dinámica los grupos suelen identificar situaciones de entorno que les gustaría mejorar o cambiar.	Design for change, El Plan, Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT)
Vigilancia tecnológica	Realizan procesos de vigilancia tecnológica / Prototipado	Hacen procesos sistemáticos para captar información del exterior y de la propia Institución sobre nuevos y relevantes desarrollos científicos y tecnológicos que permitan aplicarla en el proyecto. Para ello recurren a expertos que ayudan al proceso de vigilancia con fines de mejoramiento del prototipo con potencial innovador.	Stars of Science
Obtención de Know-how	Recurren al uso de ideas y conceptos de diseño desarrollados por otras organizaciones / prototipado	Hacen uso de ideas y conceptos de diseño desarrollados por otras organizaciones para el desarrollo del proyecto de innovación y emprendimiento escolar.	Apps for good

Tabla 4. Actividades de los modelos de gestión de la innovación en la fase de desarrollo o prototipado

ACTIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	EQUIVALENCIA CON ACTIVIDADES EN LA ESCUELA / OTRA FASE	DESCRIPCIÓN	PROGRAMAS
Co-creación	Realizan procesos de co-creación con la participación de las comunidades o del mercado objetivo.	Involucran a la población objetivo de su proyecto de innovación y emprendimiento escolar en procesos de co-creación de soluciones a las necesidades u oportunidades identificadas.	<i>Apps for good</i> y <i>Design for change</i>
Diseño Básico	Realizan diseños básicos o prototipos rápidos	Desarrollan prototipos consistentes en bocetos, bosquejos o esquemas con un soporte material, utilizando materiales distintos al del producto final, especialmente baratos, simples y fáciles de producir, con el propósito de examinar ciertos aspectos técnicos y de aceptación social que se puedan corregir en prototipos más elaborados.	<i>Design for change</i> , <i>Apps for good</i> , Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), <i>Innovation Education</i> (IE) model- Islandia
Diseño detallado	Desarrollan diseños detallados o prototipos robustos	Construyen o desarrollan prototipos tangibles o intangibles con características muy similares al producto final que van a lanzar o implementar en la población del contexto escolar establecida en el proyecto de innovación y emprendimiento.	<i>Network For Teaching Entrepreneurship</i> (NFTE), <i>Design for change</i> , <i>Stars of Science</i> , Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), <i>Innovation Education</i> (IE) model- Islandia
Rediseño	Realizan procesos de rediseño de los prototipos robustos	Rediseñan el prototipo a partir de la retroalimentación proveniente de su demostración y uso por parte la población objetivo del proyecto de innovación y emprendimiento escolar.	<i>Apps for good</i>
Gestión de la propiedad intelectual	Tienen en cuenta aspectos relacionados con la propiedad intelectual	Hacen gestión de la propiedad intelectual generada a partir de los resultados del proyecto de innovación y emprendimiento.	<i>Stars of Science</i>

Tabla 5. Actividades de los modelos de gestión de la innovación en la fase de gestión de redes

ACTIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	EQUIVALENCIA CON ACTIVIDADES EN LA ESCUELA / OTRA FASE	DESCRIPCIÓN	PROGRAMAS
Redes con aliados filiales	Realizan procesos de cooperación con instituciones educativas pares	Realizan procesos de cooperación con instituciones educativas pares para el desarrollo de una o varias fases del proyecto escolar de innovación y emprendimiento.	Mi negocio en mi municipio, Concurso Imagina, Citas rápidas Profesor-Emprendedor, <i>Young Enterprise Scheme</i> (YES), El Plan
Redes con entidades del estado	Realizan procesos de cooperación con entidades del gobierno	Realizan procesos de cooperación con entidades del gobierno para el desarrollo del proyecto escolar de innovación y emprendimiento.	Concurso Imagina, <i>Young Enterprise Scheme</i> (YES)

Redes con agentes exploradores	Recurren a universidades, centros de excelencia o centros de desarrollo tecnológico	Realizan procesos de cooperación con universidades, centros de excelencia o centros de desarrollo tecnológico para el desarrollo de la estrategia de fomento a la innovación y emprendimiento escolar (charlas con expertos, asesoría al proyecto de innovación y emprendimiento escolar y articulación del trabajo).	<i>Stars of Science</i> , Mi negocio en mi municipio, Concurso Imagina
Redes con agentes explotadores	Realizan procesos de cooperación con empresas u organizaciones de tipo gremial	Realizan procesos de cooperación con empresas u organizaciones de tipo gremial para el desarrollo del proyecto escolar de innovación y emprendimiento. Este acompañamiento contempla aspectos como identificación y retroalimentación de ideas, asesoramiento en la validación técnica y de mercado, hasta incluso participar como jurados en los concursos de premiación de ideas, prototipos o planes de negocio.	<i>Apps for good</i> , Empresa Joven Educativa (EJE), Concurso Imagina, Citas rápidas Profesor-Emprendedor, Festival de emprendimiento BOSS, <i>Young Enterprise Scheme</i> (YES)
Redes con organizaciones civiles	Realizan procesos de cooperación con organizaciones de la sociedad civil organizada	Realizan procesos de cooperación con organizaciones de la sociedad como asociaciones, cooperativas, ONGs para el desarrollo una o varias fases del proyecto escolar de innovación y emprendimiento, incluyendo el intercambio de productos finales desarrollados por empresas generadas por los equipos de trabajo.	Empresa Joven Educativa (EJE)

Tabla 6. Actividades de los modelos de gestión de la innovación en la fase de producción

ACTIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	EQUIVALENCIA CON ACTIVIDADES EN LA ESCUELA / OTRA FASE	DESCRIPCIÓN	PROGRAMAS
Producción	Producción	Realizan procesos de producción, principalmente de carácter artesanal, asociados a productos de pretenden comercializar como resultado del proceso del proyecto de innovación y emprendimiento escolar	Network For Teaching Entrepreneurship (NFTE), <i>Apps for good</i> , <i>Stars of Science</i> , Empresa Joven Educativa (EJE)

Tabla 7. Actividades de los modelos de gestión de la innovación en la fase de Difusión de innovaciones y divulgación de resultados

ACTIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	EQUIVALENCIA CON ACTIVIDADES EN LA ESCUELA / OTRA FASE	DESCRIPCIÓN	PROGRAMAS
Gestión del conocimiento	Gestionan el conocimiento	Gestionan el conocimiento adquirido en el desarrollo del proyecto escolar de innovación y emprendimiento, como son comunidades de saber, lecciones aprendidas, buenas prácticas, repositorios de información, entre otros.	Mi negocio en mi municipio, Citas rápidas Profesor-Emprendedor

Innovación abierta	Realizan concursos para destacar aquellos grupos que hayan obtenido mejores resultados	Realizan concursos para destacar aquellos grupos que hayan obtenido mejores resultados de los proyectos de innovación y emprendimiento escolar.	<i>Network For Teaching Entrepreneurship (NFTE), Design for change, Apps for good, Stars of Science, Concurso Imagina, Young Enterprise Scheme (YES), El Plan</i>
Lanzamiento	Divulgan los Resultados del Proyecto de Innovación y emprendimiento	Divulgan los resultados en eventos como ferias empresariales, escenarios académicos o directamente en el lugar de permanencia de la población objetivo del proyecto de innovación y emprendimiento escolar, donde se presentan mejores ideas de negocio, prototipos o planes de negocio. También se hacen publicaciones con resultados de los proyectos y del programa en general.	<i>Network For Teaching Entrepreneurship (NFTE), Mi negocio en mi municipio, Concurso Imagina, Young Enterprise Scheme (YES), El Plan, Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT)</i>
Transferencia tecnológica y de conocimiento	Realizan procesos de transferencia de conocimientos o de apropiación de las tecnologías desarrolladas o usadas en los prototipos a las comunidades	Realizan procesos de transferencia de conocimientos o de apropiación de las tecnologías desarrolladas o usadas en los prototipos a la población objetivo dentro del proyecto de innovación y emprendimiento escolar.	<i>Apps for good y Design for change</i>
Difusión y comercialización de innovaciones	Realizan procesos de comercialización de productos o servicios obtenidos	Realizan procesos de comercialización de productos o servicios obtenidos en el desarrollo del proyecto de innovación y emprendimiento escolar. Algunos programas o experiencias apoyan directamente la comercialización de los productos obtenidos o gestionan patrocinadores, otras experiencias propician el intercambio de productos generados entre empresas creadas dentro del sistema y empresas presentes en los mercados locales.	<i>Apps for good, Empresa Joven Educativa (EJE), Stars of Science</i>

Las actividades y fases se desarrollan en diferente orden, con distintos puntos de inicio y de llegada del proceso de innovación, que implican la realización de fases de manera serial o en paralelo. La propuesta de equivalencia de los modelos de gestión de la innovación tecnológica con las fases y procesos desarrollados en los proyectos de innovación y emprendimiento escolar establecidos por el panel de expertos se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Equivalencia de los modelos de gestión de la innovación tecnológica con las fases y procesos desarrollados en los proyectos de innovación y emprendimiento escolar

MODELO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	EQUIVALENCIA	PROGRAMA
Lineales	El proceso se desarrolla siempre en una serie de fases de manera secuencial sin saltarse ninguna y sin desarrollar otras de forma paralela.	1) Design for chang, 2) <i>Apps for good</i> , 3) <i>Stars of Science</i> , 4) Empresa Joven Educativa (EJE), 5) Mi negocio en mi municipio, 6) Citas rápidas Profesor-Emprendedor, 7) <i>Young Enterprise Scheme (YES)</i> , 8) El Plan, 9) Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), 10) Innovation Education (IE) model- Islandia 11) Concurso Imagina

Mixtos	El proceso se desarrolla en una serie de fases de manera secuencial sin saltarse ninguna y sin desarrollar otras de forma paralela. Pero tienen la posibilidad de seleccionar una secuencia de fases o actividades entre varias opciones ya predeterminadas.	1) InnoOmnia
Concurrentes	El proceso no es línea,, involucra el desarrollo de fases solapadas, concurrentes o simultaneas.	1) Network For Teaching Entrepreneurship (NFTE), 2) Festival de emprendimiento BOSS
En red	El proceso involucra el desarrollo de fases solapadas, concurrentes o simultaneas a la vez que recurren a redes internas y externas para suplir necesidades tecnológicas de conocimiento y de relacionamiento estratégico	Ninguno

4. Discusión de resultados

Los programas analizados tienen como propósito básico de fomento de una cultura de la innovación y el emprendimiento, a través de procesos de formación en sistemas escolares de básica y media. Algunos están enfocados al desarrollo de competencias robustas para la innovación y el emprendimiento como Empresa Joven Educativa (EJE) y Concurso Imagina y otros a la generación de valores ciudadanos a través de procesos de formación en Innovación y emprendimiento como *Network For Teaching Entrepreneurship* (NFTE) y *Design for change*.

La generación de valores a través de la innovación es la tendencia que se viene imponiendo, el trasfondo de lo anterior es que es que la formación en emprendimiento no solo se promueve a través del fortalecimiento de lo que podría llamarse cualidades propias emprendedoras (conocimiento de la economía y mercados, conocimiento de los modos de producción, lucro y recursos, etc.), sino también a través de cualidades empresariales generales (independencia, confianza en sí mismo, creatividad, capacidad para cooperar, etc.), soportadas en fuertes valores éticos, buscando la mejor manera de preparar a los alumnos para la sociedad, fortaleciendo su capacidad de actuar, confianza en sí mismos, independencia, creatividad y capacidad para cooperar, entre otras (Thorsteinsson & Page, 2004).

Como se observa en la tabla 1, cada programa desarrolla distintas fases en sus proyectos de innovación y emprendimiento, lo que implica que cada programa tiene su propio modelo, con sus propias estructuras, estrategias, prácticas y rutinas, lo que dificulta el sistema de seguimiento y determinación de lecciones aprendidas y buenas prácticas como lo indican Antúnez (1993), Santos (1994) Lorenzo y Sáenz (1995), y Del Moral, Martínez y Neira (2014) quienes plantean que existe poca claridad en los indicadores de innovación en el contexto escolar y que los modelos implementados no permiten definir con claridad las salidas del proceso de formación.

La fase que más se repiten son las de ideación y de divulgación que se realizan en 13 programas, seguidas de la fase de Formación (9), Prototipado (6), Gestión de redes, Creación de empresas y Producción con 4 experiencias y finalmente Modelos y planes de negocio con 3. Con respecto a la ideación es una fase que permite mejorar la creatividad de los estudiantes, así como la Observación y el Cuestionamiento definidos como comportamientos innovadores por Dyer, Gregersen y Christensen (2008). También es relevante la cantidad y calidad de actividades que se identificaron en esta fase, las cuales incluyen: la Identificación necesidades y oportunidades del contexto, la utilización de técnicas de creatividad, la realización de procesos sistemáticos de selección de ideas, la conformación de un banco de ideas generadas

en la escuela y el establecimiento de uno o varios retos que deben ser resueltos por distintos grupos.

La fase de Difusión y divulgación es amplia, incluye actividades propias de un evento de divulgación en especial en el marco de ferias donde los estudiantes presentan sus resultados. Este mismo espacio es aprovechado por los grupos de trabajo para comercializar los productos que han producido anteriormente, convirtiéndose en el principal espacio para la difusión de sus innovaciones escolares a excepción del programa EJE que incluye la generación de un catálogo de productos, el intercambio con otras cooperativas de estudiantes y negociación comercialización en mercados locales (Empresa Joven Europea, 2009). En esta fase también es frecuente la realización de concursos para premiar las mejores ideas, prototipos modelos de negocio, así como la reflexión sobre lecciones aprendidas y buenas prácticas que permitan mejorar los procesos.

La fase de prototipado solo se realiza en seis (6) programas a pesar de que esta etapa se relaciona con el comportamiento innovador, en especial con la experimentación y exploración por parte de los estudiantes, como lo establece Dyer, Gregersen y Christensen (2008). Esta fase se hace en varios programas como el Proyecto Educativo de Trabajo, Innovación y Tecnología» (PETIT), *Innovation Education (IE) model*- Islandia y *Design for change*, sin conllevar una fase de emprendimiento posterior y también hay experiencias donde se hacen fases de emprendimiento sin desarrollar procesos de prototipado como el programa EJE. También son pocos los programas que involucran la Gestión de Redes, a pesar las posibilidades de intercambio e transferencia de conocimientos, así como la utilización de la capacidad instalada de organizaciones pertenecientes a los agentes exploradores, explotadores e intermediarios de los distintos sistemas de innovación.

Por otra parte, se observó que la configuración que más se usa es la lineal, donde el proceso se desarrolla siempre en una serie de fases de manera secuencial sin saltarse ninguna y sin desarrollar otras de forma paralela. El modelo lineal se ajusta al entorno escolar, donde la velocidad de desarrollo no es prioritaria y donde se valora la secuencialidad que permita adaptar contenidos al desarrollo de proyectos de innovación y emprendimiento escolar. Los modelos mixtos y concurrentes son usados con menor frecuencia y los que lo hacen tienen requieren de despliegue logístico importante.

5. Conclusiones

En conclusión, se tiene que las fases predominantes en los programas que fomentan la educación en innovación y emprendimiento son la ideación y la divulgación, pero las trayectorias que van de una fase a la otra son distintas en cada programa, siendo la configuración lineal la predominante, por estar más cercana al desarrollo secuencial de contenidos académicos. También es de resaltar que una parte importante de estos programas combinan fases propias de la Gestión de la Innovación como prototipado, con otra relacionadas con el ámbito del emprendimiento como la formulación de modelos y planes de negocios. Estos resultados se podrán contrastar con el quehacer de las escuelas que fomentan la innovación y emprendimiento en un territorio específico, e incluso se podrán relacionar con aspectos relevante para entender la complejidad del problema como son las bases pedagógicas usadas e incluso comportamientos innovadores en estudiantes.

6. Referencias

- Antúñez, S. (1993). *Claves para la organización de centros escolares*. Barcelona: ice - horsori
- Barbieri, J. C., & Teixeira, A. C. (2016). Sixth generation innovation model: description of a success model. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 13(2), 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.04.004>
- Berkhout, A. J., Hartmann, D., Duin, P. Van Der, & Ortt, R. (2006). Innovating the innovation process. *International Journal of Technology Management*, 34(3/4), 390. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2006.009466>
- Boehm, G., & Fredericks, L. J. (2010). Strategic Innovation Management in Global Industry Networks: The TFT LCD Industry. *Asian Journal of Business Management*, 2(4), 110–120. Recuperado de <http://maxwellsci.com/print/ajbm/v2-110-120.pdf>
- Burke, W. W., & Litwin, G. H. (1992). A Causal Model of Organizational Performance and Change. *Journal of Management*, 18, 523–545. <https://doi.org/10.1177/014920639201800306>
- Camagni, R. P. (1991). Technological Change, Uncertainty and Innovation Networks: Towards a Dynamic Theory of Economic Space. En *Regional Science* (pp. 211–249). https://doi.org/10.1007/978-3-642-76311-3_10
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons*, 33(3), 44–54. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I)
- COTEC. (2010). La innovación en sentido amplio: un modelo empresarial. Análisis conceptual y empírico. En *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1). Madrid.
- Del Moral Pérez, M. E., Martínez, L. V., & Neira Piñeiro, M. del R. (2014). Oportunidades de las TIC para la innovación educativa en las escuelas rurales de Asturias. *Aula Abierta*, 42(1), 61–67. [https://doi.org/10.1016/S0210-2773\(14\)70010-1](https://doi.org/10.1016/S0210-2773(14)70010-1)
- Dyer, J. H., Gregersen, H. B., & Christensen, C. (2008). Entrepreneur Behaviors, Opportunity Recognition, And The Origins Of Innovative Ventures. *Strategic Entrepreneurship Journal*, (2), 317–338. <https://doi.org/10.1002/sej.59>
- Edquist, C. (1995). Government technology procurement as an instrument of technology policy. En *Technological Infrastructure Policy (TIP): An international perspective* (pp. 141–168). Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.
- Empresa Joven Europea. (2009). Qué es EJE. Recuperado el 7 de mayo de 2019, de Presentación website: <http://www.valnaloneduca.com/eje/cont/presentacion>
- European Commission, EACEA, & Eurydice. (2016). *La educación para el Emprendimiento en Europa*. <https://doi.org/10.2797/875134>
- Fajardo Paz, P., & Robledo Velásquez, J. (2012). Modelos conceptuales para la gestión de la innovación: revisión y análisis de la literatura. *III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación 2012: Competitividad en los Mercados Abiertos Medellín 11 y 12 de Octubre*, 160.
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. En R. Landau & N. Rosenberg (Eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (pp. 275–305). <https://doi.org/10.1108/14601069810368485>
- Lorenzo, M., & Sáenz, O. (1995). Organización escolar. En *La construcción de la escuela como ecosistema*. Madrid: Ediciones Pedagógicas.
- Marinova, D., & Phillimore, J. (2003). Models of Innovation. En *The International Handbook on Innovation* (pp. 44–53). Elsevier Science Ltd.
- Matlay, H. (2014). International perspectives on entrepreneurship education. *Education+ Training*, 56(8/9).
- Nuchera, A. H., Morote, J. P., & Serrano, G. L. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Ediciones Pirámide.
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Santos, M. A. (1994). *Entre bastidores: el lado oculto de la organización escolar*. Archidona, Málaga: Ediciones Aljibe.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554–1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>
- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986). The new new product development game. *Harvard business review*, 64(1), 137–146.

- Thorsteinsson, G., & Page, T. (2004). Innovative Design and Technology in a Virtual Learning Environment. *DATA International Research Conference 2004 Creativity and Innovation*, 7. Recuperado de <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/2887/1/dot23.pdf>
- Tidd, J. (2006). From knowledge management to strategic competence: measuring technological, market and organisational innovation. En J. Tidd (Ed.), *Series on Technology Management* (2nd ed.). London: Imperial College Press.
- Velasco Balmaseda, E., & Zamanillo Elguezabal, I. (2008). Evolución de las propuestas sobre el proceso de innovación: ¿qué se puede concluir de su estudio? *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 14(2), 1135–2523. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274120248007>
- Velasco, E., Zamanillo, I., & Gutze Intxaurburu, M. (2003). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación : desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. *Decisiones organizativas*, 1–15

Estrategia curricular para formación en innovación y emprendimiento en instituciones de educación superior: corporación universitaria del Caribe – CECAR

Moisés Hernández Ruiz

Corporación Universitaria del Caribe, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia
moises.hernandez@cecar.edu.co

Jhon Vidal Durango

Corporación Universitaria del Caribe, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia
jhon.vidal@cecar.edu.co

María José Sierra Galindo

Corporación Universitaria del Caribe, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia
maria.sierraga@cecar.edu.co

Piedad Buelvas Martínez

Corporación Universitaria del Caribe, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia
piedad.buelvas@cecar.edu.co

Angelica Aguirre Bertel

Corporación Universitaria del Caribe, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia
angelica.aguirreb@cecar.edu.co

Resumen

Hay una creciente tendencia de fomentar la innovación y el emprendimiento en los sistemas educativos debido a que estos pueden generar competencias relacionadas con la transformación social y económica de los territorios. Las estrategias utilizadas en las Instituciones de Educación Superior principalmente son de tipo extracurricular o de forma curricular a través de cursos únicos obligatorios u optativos que por lo general están desarticulados del resto de la cadena de formación. El presente artículo tiene como objetivo presentar la propuesta curricular implementada en los programas académicos de pregrado de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR para la formación en innovación utilizando el modelo Stage Gate de Cooper. Para ello, se realizó una búsqueda en la literatura sobre el fomento de habilidades innovadoras y emprendedoras en estudiantes, así como modelos conceptuales para gestión de la innovación utilizando ecuaciones de búsquedas previamente diseñadas. La información recuperada se seleccionó de acuerdo con el criterio de adaptación y aplicabilidad en una propuesta curricular universitaria, definiendo así una ruta de formación de tres cursos académicos, impartidos en los semestres VII, VIII y IX, que incorporan herramientas de creatividad e innovación, formación en innovación, formación en emprendimiento y creación de empresas tomando como base el modelo de innovación Stage Gate.

Palabras clave

Currículo, formación en innovación, emprendimiento, educación.

1. Introducción

La Universidad tiene tres funciones básicas sustantivas, en las cuales se enmarcan su quehacer básico, las cuales son *Investigación, Proyección Social y Docencia*, sobre esta última recae la mayor responsabilidad en el proceso de enseñanza – aprendizaje, al punto de desarrollar y proponer diferentes metodologías, procesos, herramientas y estrategias que faciliten a los estudiantes la apropiación del conocimiento impartido en el desarrollo de los cursos académicos. Uno de los mayores retos actuales de la formación es el de adaptarse a las nuevas lógicas sociales y potencializarlas de tal manera que permita a las personas vivir eficazmente en la sociedad. Así entonces la apropiación y fomento de conceptos relacionados con el emprendimiento, la innovación y su gestión, permitiría parcialmente a las personas conseguir una forma natural de estar en el mundo, donde los comportamientos hacia el emprendimiento innovador juegan un papel relevante (Beech, 2009; Pelechano, de Miguel, & Pastor, 1983).

Recientemente la literatura científica ha venido enriqueciendo el conocimiento sobre la formación en emprendimiento e innovación (Valdivia, & Fernández, 2017), especialmente por los avances que en esta materia ha tenido la unión europea en su plan de acción sobre emprendimiento a 2020. Lo cual ha derivado en la construcción de nuevos conceptos como *emprendimiento innovador* que ayudan en la comprensión de los diversos factores y variables para la creación de valor, la sustentabilidad económica y social de los países (MinEconomía, 2015), como también el entendimiento cualidades propias emprendedoras y el fortalecimiento de los estudiantes de cara a sus capacidades de crear y actual (Zhao, 2011), este último hecho corroborado por los resultados de (Könnölä et al, 2017) quienes encontraron que es necesario la existencia de ofertas de formación especializada orientada hacia la innovación y el emprendimiento. En este sentido, se han desarrollado diversos programas a nivel mundial cuya finalidad es fomentar habilidades y comportamientos para el emprendimiento innovador en la población estudiantil, particularmente en los sistemas de educación básica y media, las cuales proponen modelos didácticos propios fundamentados en modelos pedagógicos y prácticas del mundo empresarial (Medina, & Acosta, 2017), no obstante es notoria la ausencia de propuestas curriculares relacionadas con la formación en universitarios y especialmente involucrando modelos de gestión de la innovación.

De acuerdo con lo anterior, la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, Institución de Educación Superior de carácter privado con domicilio principal en la ciudad de Sincelejo, Sucre – Colombia, optó por desarrollar una propuesta curricular de formación en innovación tomando como base el modelo de innovación tecnológica y empresarial Stage Gate. Bajo este contexto, el presente escrito dará cuenta de la propuesta curricular construida, haciendo énfasis en la relación estrecha que hay en el campo de la educación entre la innovación y el emprendimiento, así como en los diferentes enfoques utilizados para su enseñanza.

El desarrollo de este artículo se estructura así: En la sección 2 se presenta la metodología utilizada para la construcción de la propuesta curricular de formación en innovación; en la sección 3 se presentan los resultados haciendo énfasis en el modelo construido para la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR; en la sección 4 se hace un análisis y discusión con base en lo descrito en la sección 3, y finalmente en la sección 5 se presentan las principales conclusiones de este trabajo.

2. Metodología

Esta investigación es de enfoque cualitativo, de revisión documental con temporalidad

transversal y alcance descriptivo, cuyo objetivo principal es diseñar una propuesta curricular para la formación en innovación y emprendimiento en la Corporación Universitaria del caribe - CECAR. El desarrollo del trabajo se realizó en dos (2) fases, las cuales se señalan y describen a continuación:

Fase 1. Revisión de información existente sobre formación en emprendimiento e innovación: En esta fase se hizo búsqueda de información especializada en bases de datos científicas. Para ello se diseñaron ecuaciones de búsqueda que contenían palabras claves establecidas en el tesoro de la Unesco. La secuencia de búsqueda inició con Google académico, seguida del análisis de información en bases de datos en español (SciELO y Redalyc) para posteriormente profundizar en bases de datos más robustas en especial WoS y Science Direct. Una vez establecida las tendencias de búsqueda como autores de mayor publicación y citación, instituciones de mayor producción, tipos de documentos generados, entre otros, se procedió a buscar la información de documentos en bases de datos robustas, principalmente en Scopus.

Fase 2. Diseño de propuesta curricular de formación: La propuesta de formación, que incluye un modelo basado en la integración de modelos de innovación empresarial de las 5 generaciones propuestas por Rothwell y la sexta generación de Miranova, relacionado con la generación de innovación tecnológica, se diseñó teniendo en cuenta principalmente las características del modelo lineal de Stage Gate de Cooper, incorporando aspectos del modelo mixto de tercera generación de Kline y Rosenberg (1985), el modelo integrado de cuarta generación de Takeuchi y Nonaka y el modelo de quinta generación de Edquist. (Fajardo y Robledo 2012).

Pedagógicamente la propuesta curricular toma como base el modelo pedagógico social cognitivo de CECAR, desde 3 de los componentes, proyectual, tecnológico y gestión, que apuntan mayormente a la solución de problemas y necesidades regionales y a lo estipulado en el Proyecto Educativo Institucional (PEI) que contempla en su Misión *la necesidad de propiciar la formación integral de personas capaces de comprender y participar en la solución de los problemas de su entorno, mediante el desarrollo tecnológico y la innovación social y empresarial de la corporación.*

Paralelamente se tuvieron en cuenta las políticas gubernamentales a nivel nacional y regional que apuntan al desarrollo de proyectos cuyo eje principal es la innovación como medio para aumentar la competitividad y el valor de los productos que promuevan una economía exportadora, fortaleciendo la red empresarial. Finalmente, se incorporaron indicadores de resultados que alimentaran el Sistema de Ciencia, tecnología e Innovación de CECAR.

3. Resultados

A partir de la revisión de literatura se identificó que en la educación existe una relación estrecha entre los conceptos de emprendimiento e innovación (Marín y Rivera, 2014), razón por la cual han surgido variadas propuestas para enseñar innovación en el aula de clases que incorporan herramientas de creatividad (Arraut et al., 2017), desarrollo de prototipos (Pérez et al., 2017) y desarrollo de software (Rodríguez et al., 2016); en otros estudios realizados en la Unión Europea la innovación es considerada factor clave del emprendimiento y por tanto se han apalancado esfuerzos durante la última década para que los centros de enseñanza garanticen el desarrollo de una cultura del emprendimiento y la innovación a través de los

planes de estudio y resultados de aprendizajes, lo cual ha permitido que la educación en emprendimiento sea una prioridad política dentro estrategias más amplias como las de innovación (European Commission/EACEA/Euydice, 2016).

El término emprendimiento comienza a describirse desde 1732, cuando el economista Richard Cantillon lo presenta como “la voluntad de los individuos de desarrollar formas de intermediación que implican el riesgo económico de una empresa” (Minniti, M, 2012). Salinas y Osorio (2012), definen el emprendimiento como un término poliédrico que está directamente relacionado con la acción de la persona, es decir, se puede entender como un conjunto de actitudes y conductas que dan lugar a un determinado perfil orientado hacia la autoconfianza, la creatividad, la capacidad de innovación, el sentido de responsabilidad y el manejo del riesgo; concepto que se relaciona con “educación para el emprendimiento” dado por la Comisión Europea en su informe EURYDICE “La educación para el emprendimiento en los centros educativos en Europa”, donde dice que “la educación para el emprendimiento está enfocada a que los alumnos desarrollen las destrezas y mentalidad necesarias para transformar ideas creativas en acciones emprendedoras” (European Commission/EACEA/Euydice, 2016).

En cuanto al concepto de innovación, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la define como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (OCDE, 2005).

Como lo menciona Tinoco y Laverde (2011), en la relación emprendimiento - innovación, Joseph Schumpeter en su gran aporte al concepto de emprendedor, aclara el papel de este en los procesos de innovación, es decir, un emprendedor actúa sobre la motivación de otros para poner en prácticas nuevas combinaciones, en la producción y uso de nuevos productos, en la introducción de nuevos métodos o nuevas formas de organización en la industria. En este punto es necesario tomar los aportes de Dyer, Gregersen y Christensen (2008) sobre el emprendedor innovador, el cual se caracteriza por ser el que crea una nueva empresa con una propuesta de valor diferente a la de empresas tradicionales y ser la persona que se le ocurrió la idea original de crear la empresa, por lo cual las instituciones de educación superior están llamadas a cumplir un papel crucial en este escenario de formación de emprendedores innovadores, dada por su marcada fortaleza en la producción del conocimiento - mediante las actividades de I+D+I; la transmisión del conocimiento - mediante la formación y la publicación de los resultados; la transferencia del conocimiento - mediante su difusión innovadora a la sociedad (Jiménez y Aguilera, 2008).

Teniendo en cuenta que la mayoría de los sistemas educativos a nivel mundial no responden de manera adecuada a la generación de competencias creativas, habilidades innovadoras y emprendedoras, por la misma configuración lineal general de los sistemas educativos tradicionales (Ballesteros, 2013); existen diferentes programas reconocidos en el orden internacional en educación escolar y superior, por sus procesos y resultados en la formación en materia de innovación y emprendimiento. A nivel escolar podemos mencionar los siguientes: 1) Network for Teaching Entrepreneurship' (NFTE), ofrece programas educativos en emprendimiento a jóvenes de escasos recursos, su visión es dar a todos una oportunidad de encontrar un camino hacia la prosperidad. Este programa se encuentra en diez países de los cinco continentes. 2) Empresa Joven educativa, que es un proyecto educativo surgido en España, diseñado por Valnalón para el desarrollo de capacidades emprendedoras en diferentes etapas del ciclo escolar, este programa le propone al estudiante crear y gestionar su propia mini-empresa en el aula de clase y busca la adquisición de competencias de

comunicación lingüística, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, conciencia y expresiones culturales, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. 3) Proyecto educativo de trabajo, innovación y tecnología (PETIT), este programa desarrollado en España surge en el año 2007 y propone una metodología donde el estudiante es el protagonista y centro de su propio aprendizaje, se basa en el aprendizaje por proyectos con participación real y efectiva en el aula, en todos los procesos de toma de decisiones. Los profesores actúan como guías y asesores.

Teniendo en cuenta cada nivel de formación, se identifica que la educación para el emprendimiento se identifica en el currículo en tres enfoques generales: 1) Enfoque transversal, donde los objetivos de educación para el emprendimiento se identifican de manera transversal y horizontal en las materias, 2) Materia Obligatoria separada, 3) Como materia optativa. (European Commission/EACEA/Eurydice, 2016)

En la educación superior, podemos mencionar los programas de emprendimiento, principalmente en los Estados Unidos, referentes a nivel mundial porque las universidades forman parte de los ecosistemas de emprendimiento e innovación más importantes, entre estos casos podemos mencionar:

Tabla 1. Programas de formación en emprendimiento e innovación.

País	Características
Universidad de Stanford, Estados Unidos	Forma parte del Silicon Valley, ecosistema que sigue un modelo basado en la ciencia y que aprovecha la combinación de múltiples disciplinas y una estrecha relación con la comunidad, donde sus principios pueden ser enseñados y empleados por personas de diferentes niveles de escolaridad
Instituto de investigación de Georgia (GIT), Atlanta, Estados Unidos	Convergen centros de transferencia tecnológica, el centro de desarrollo de tecnología avanzada (ATDC), que se encarga de reclutar a jóvenes que tengan alguna forma de propiedad intelectual, algún producto o servicio con alto potencial de crecimiento, organiza temas de formación y facilita sesiones de planteamiento y solución de problemas típico en el proceso de formación de empresas.
Universidad de Babson, Estados Unidos	Reconocimiento internacional como “formadora de empresas”, este programa desarrolla competencias de creatividad, orientación a la acción, pasión, toma de riesgos y pensamiento holístico; así como también competencias en liderazgo, trabajo en equipo y comunicación.
Finlandia	Con el programa Demola, que se destaca por el énfasis en emprendimiento basado en la innovación abierta, enfocándose en la acción creativa, es decir, convertir necesidades en prototipos, licenciado resultados y creando nuevos empleos y negocios.
Singapur	Sigue un modelo que va de abajo hacia arriba, partiendo de pequeños logros concretos a otros más abstractos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Vicens y Grullón (2011)

En América del Sur se destaca principalmente de la Fundación Chile, como ejemplo de cómo convertir industrias tradicionales en centros de emprendimiento e innovación de clase mundial (Vicens y Grullón, 2011), donde los factores críticos de éxito están en sostener un modelo abierto de innovación, contar con áreas de desarrollo de alto nivel técnico y un manejo

eficiente de portafolio de proyectos. Por su parte, Costa Rica, con sus políticas de Estado Coherente, desarrolló una generación de ingenieros y talentos para la aceleración del avance cualitativo de emprendedores, consolidado el programa posteriormente en IES como el Tecnológico de Costa Rica y el Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE). Así mismo en Brasil, donde los programas de emprendimiento están centrados en los programas de ingeniería.

A nivel nacional, se encontró en la literatura científica los programas y estrategias relacionados en la tabla 2, descrita a continuación:

Tabla 2. Programas de formación en emprendimiento e innovación en Colombia.

IES	Programa
Universidad de Antioquia / Alcaldía de Medellín	Fomentan cultura emprendedora, movilizan equipos de profesionales a capacitar y asesorar proyectos de emprendimiento y elaboran planes de negocios.
Universidad Tecnológica de Bolívar	Centraliza los esfuerzos en innovación y emprendimiento es un tema de direccionamiento estratégico, no un evento casual y aislado al proyecto educativo, que incluye una línea de formación empresarial, donde el Centro de Emprendimiento Universitario es el ente coordinador de las actividades de emprendimiento en la universidad.
Universidad EAN	Cuenta con un modelo transversal aplicado a todos los programas
Universidad ICESI	Bajo la filosofía que los emprendedores no nacen, sino que se forman, la universidad emplea un aprendizaje activo, aprendizaje significativo, donde el estudiante construye su propio aprendizaje para estimular la investigación y responder a sus preguntas. De igual manera se emplea el aprendizaje basado en proyectos.
Universidad del Cauca	El programa de emprendimiento tiene un enfoque conductual: asume atributos y comportamientos para el rol de emprendedor.
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca	Busca fortalecer el rol del emprendedor.
Universidad de la Amazonía	Enseñanza del emprendimiento desde la dimensión didáctica, formación por competencias, enseñanza transversal para la comprensión y una curricular - articulación de los cursos con énfasis en emprendimiento y la incrementación de proyectos de creación de empresas
Universidad Libre de Colombia	Presenta la asignatura asociada a emprendimiento en quinto (5) semestre, promueve el emprendimiento en la cultura emprendedora, en el desarrollo empresarial, en la promoción de la innovación, la creatividad y el desarrollo tecnológico.
Universidad Minuto de Dios	Presenta una cátedra obligatoria de identificación de oportunidades. Contenido transversal de emprendimiento manejada por el Centro Universidad - Empresa impartida entre 1° a 3er semestre. Electivas sobre planes de negocio para interesados.

Fundación Universitaria los Libertadores	Eje transversal, asignaturas electivas para todos los programas: Proyectos de emprendimiento I y II, en Octavo (8) y Noveno (9) semestre respectivamente.
--	---

Fuente: Elaboración propia a partir de Saldarriaga Salazar, m.E y Guzmán González, M.F (2018).

3.1. *Diseño de propuesta curricular para formación en emprendimiento e innovación*

El Ministerio de Educación Nacional ha establecido una serie de factores y características que indican la alta calidad de programas académicos de educación superior (CNA, 2013), entre las características se encuentra la *Formación para la investigación, la innovación y la creación artística y cultural* la cual considera la formación en emprendimiento e innovación aspectos claves a promover entre los estudiantes, dentro de los aspectos evaluados que se relacionan con la enseñanza de la innovación se encuentran los siguientes:

- Participación de los estudiantes en programas de innovación tales como: transferencia de conocimiento, emprendimiento y creatividad.
- Existencia dentro del plan de estudios de espacios académicos y de vinculación con el sector productivo donde se analiza la naturaleza de la investigación científica, técnica y tecnológica, la innovación, sus objetos de indagación, sus problemas, oportunidades y sus resultados y soluciones.
- Existencia y utilización de mecanismos por parte de los profesores adscritos al programa para incentivar en los estudiantes la generación de ideas y problemas de investigación, la identificación de problemas en el ámbito empresarial susceptibles de resolver mediante la aplicación del conocimiento y la innovación.

Para cumplir con los retos que plantea la educación en los tiempos modernos, las instituciones de educación superior -IES- emprenden diferentes estrategias que se orientan al mejoramiento de sus procesos de enseñanza - aprendizaje, por ello los procesos de cambio son un continuo con la finalidad de adaptarse a la sociedad actual, en esto la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR ha optado por configurar modelos propios que le permitan situarse a la vanguardia, articulando en ello la docencia, la investigación y el sistema integral de gestión de la calidad que direccionados por su proyecto educativo institucional -PEI- le han permitido incorporar a su direccionamiento estratégico la innovación como un producto relevante de su trabajo, por ello se hizo necesario construir una propuesta curricular que le permitiese promover en sus estudiantes una cultura de innovación y emprendimiento.

Para el desarrollo de la propuesta curricular para formación de habilidades innovadoras y empresariales en estudiantes universitarios, a través del modelo de innovación Stage Gate, se tomaron como base los programas o experiencias internacionales para el fomento a la innovación y al emprendimiento, los modelos de innovación empresarial descritos por Fajardo & Robledo (2012), teniendo como principal referente el Modelo *Stage-Gate* de Cooper (2014), el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de CECAR, reglamentado mediante el Acuerdo N° 07 Acta 10 de 2016, Capítulo VI, Artículo 23 al 27 y el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Corporación, donde la innovación y el emprendimiento se asumen como política institucional, y desde los ejes estratégicos de investigación e innovación:

- Política institucional: el Fomento de la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y el emprendimiento en la comunidad universitaria como componentes esenciales de la cultura organizacional y la prospectiva.
- En el eje estratégico de docencia: Conforme a esta declaración, cada programa académico tiene como objetivo la formación integral de profesionales con

Todas las fases del modelo se operacionalizan mayormente a través del currículo al igual que se realizan actividades extracurriculares, incorporando en ello el portafolio de ideas de proyectos de I+D+i y la teoría de sistemas de innovación. La propuesta curricular consta de tres asignaturas, dos (2) de ellas de carácter obligatorio y una optativa, que se imparten en paralelo con la ruta de investigación formativa que también diseñó la Corporación. En programas de diez (10) semestres, ambas rutas inician la formación obligatoria en el semestre VII, continúa con el VIII y finalmente el estudiante tiene la opción de profundizar en investigación o en emprendimiento en el semestre IX. Una vez concluida la ruta, se le da la oportunidad al estudiante que profundizó en la ruta de innovación y emprendimiento que pueda aspirar a su título profesional mediante la modalidad de plan de negocio como opción de grado, tal como se evidencia en la figura 2.

Figura 2. Propuesta curricular de la formación en innovación y emprendimiento



Fuente: Elaboración propia

Pedagógicamente la hoja de ruta de las asignaturas se aborda a través de programas y planes de curso, en los cuales se detallan el propósito de la formación, las competencias específicas y transversales a desarrollar, como también los contenidos y metodologías de enseñanza aprendizaje. Para ello las asignaturas son teóricas, debido a la restricción de créditos académicos totales de la malla curricular, sin embargo tienen momentos prácticos lo cual implica que en el desarrollo de los contenidos se aborden procesos de co-creación de prototipos; diseños básicos o prototipos rápidos consistentes en bocetos, bosquejos o esquemas con un soporte material, utilizando materiales distintos; procesos de cooperación con otras universidades para el desarrollo de una o varias fases del proyecto, participación en convocatorias institucionales o externas para el fortalecimiento de su idea.

A nivel extracurricular, se encuentran actividades como participación en ferias institucionales de innovación y emprendimiento, participación en concursos o convocatorias del SENA Sucre, Cámara de Comercio de Sincelejo, Ruedas de negocio (para aquellos estudiantes que han logrado crear empresas).

Concretamente las asignaturas que integran la propuesta curricular son las siguientes:

- 1) **Emprendimiento:** A través de éste se busca estimular el interés del estudiante en temas relacionados a la generación de ideas con potencial innovador que permitan la creación de empresas de alto impacto económico y social. El estudiante podrá conocer los principales conceptos relacionados con el constructo de emprendimiento, y podrá apropiarse de las

diferentes herramientas existentes para la definición de modelos de negocio; alcanzando las siguientes competencias, específicas:

- Selecciona ideas con potencial emprendedor a partir de la identificación de oportunidades relacionadas con las problemáticas socioeconómicas y las ventajas competitivas del entorno local, regional, nacional e internacional
- Realiza procesos de vigilancia tecnológica para captar información del exterior sobre nuevos y relevantes desarrollos científicos y tecnológicos que permitan aplicarlos al desarrollo de su proyecto de emprendimiento
- Estructura modelos de negocio a partir del análisis del mercado objetivo con el propósito de conocer la viabilidad, escalabilidad y sostenibilidad de una iniciativa con potencial emprendedor.

2) Innovación y creatividad: es el segundo eslabón de la ruta de formación en innovación y emprendimiento establecida por la Corporación. A través de esta se busca que el estudiante conozca los principales conceptos, principios, modelos y funciones de la gestión de la innovación y se apropie de las herramientas de prototipado de productos tangibles e intangibles, de tal manera que permitan obtener un producto con potencial innovador que se pueda transferir vía licenciamiento o se pueda desarrollar un plan de negocio para su explotación comercial, alcanzando las siguientes competencias, específicas:

- Realizan diseños básicos o prototipos rápidos consistentes en bocetos, bosquejos o esquemas con un soporte material o virtual, utilizando materiales distintos al del producto final, especialmente baratos, simples y fáciles de producir.
- Realizan procesos diseño y rediseño de prototipos de calidad a partir de la retroalimentación de las comunidades o del mercado objetivo.
- Gestionan la propiedad intelectual relacionada con las tecnologías o los productos con potencial innovador obtenidos.

3) Creación de empresas: Con el desarrollo de este curso se culmina la ruta de formación de innovación y emprendimiento de la corporación. Se busca que el estudiante logre realizar análisis relacionados con el mercado, procesos de producción, operatividad, comercialización, aspectos financieros y de recursos humanos.

El estudiante a través de una guía (Business model) trabajará un documento para la puesta en marcha del modelo de negocio, donde el emprendedor detalla la información relacionada con su iniciativa. (estrategias, políticas, objetivos y acciones que la empresa desarrollará en el futuro), alcanzando las siguientes competencias, específicas:

- Socializa los resultados mediante la metodología pitch.
- Elabora un plan de negocio, para llevar a cabo una idea o iniciativa empresarial, que contribuya a mejorar la competitividad local, regional y nacional.

Es así como, las fases de ideación y conceptualización se operacionalizan mediante las asignaturas de Espíritu emprendedor, y creatividad e innovación. El resultado en esta fase ha de ser un portafolio de ideas identificadas a partir de necesidades/problemas detectados en el entorno.

De manera similar, la fase de desarrollo se operacionaliza mediante la asignatura creatividad e innovación, y el resultado esperado es un portafolio de iniciativas de solución a las necesidades/problemas detectados en el entorno durante la fase inicial de ideación. Las fases de aceleración y generación de valor se consolidan mediante la asignatura de creación de empresas. Por lo tanto, el resultado esperado de la fase de desarrollo y aceleración es el portafolio de tecnologías y el portafolio de activos de Propiedad Intelectual.

Durante la fase de desarrollo, aceleración, y generación de valor, los grupos de

investigación, a partir de las diferentes líneas institucionales de investigación establecidas por la Vicerrectoría de CTeI, y el apoyo del Comité de propiedad intelectual y el Centro de innovación y emprendimiento, generan productos y servicios que aporten a la solución de necesidades/problemas del entorno, y serán ofertados por el consultorio empresarial.

A continuación, en la tabla 3, se presentan los principales resultados de la propuesta curricular asociados al sistema institucional de indicadores de ciencia, tecnología e innovación de CECAR, desde la puesta en marcha de la propuesta hace dos años.

Tabla 3. Productos del desarrollo de la propuesta curricular desde 2016 a 2018

Indicador	Resultado
Estudiantes vinculados en actividades de innovación y emprendimiento	1050
Ideas de negocio	108
Productos por propiedad industrial	1 registro de marca 1 solicitud de patente de invención 1 solicitud de patente por modelo de utilidad. 2 secretos industriales
Derechos de autor	11 softwares registrados
Empresas creadas	18

Fuente: Los autores

4. Análisis y discusión

Diversas instancias mundiales, en especial la Unión Europea insisten en encaminar la educación hacia la innovación y el emprendimiento como actividad orientada a resolver nuevos problemas mediante respuestas no conocidas previamente. En este sentido, existen directrices de política pública como la comunicación expedida en noviembre de 2012 por la Comisión al Parlamento Europeo al Consejo, basada en recomendaciones anteriores sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (2006/962/CE), donde se insta a la realización mayores esfuerzos en la educación para que se concentren en el desarrollo de las aptitudes transversales, singularizando, entre todas ellas, las aptitudes de innovación y emprendimiento.

En este contexto, la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, ha propuesto y consolidado una estrategia de formación en innovación y emprendimiento pretende generar en la población estudiantil, habilidades y comportamientos para transformar las ideas en hechos, lo que está relacionado con la creatividad, la innovación, así como con competencias para planificar y gestionar proyectos con el fin de alcanzar objetivos (COTEC, 2014). Lo cual materializa acciones a nivel territorial en el Departamento de Sucre (Colombia) que fortalecen la educación, tomando como base un grupo de asignaturas de carácter obligatorio fortalecidas por otras de tipo transversal y acompañadas de actividades extracurriculares como convocatoria de ideas de negocio para emprendimiento innovador, ferias institucionales de innovación y emprendimiento.

Al observar los productos obtenidos de la implementación de la propuesta curricular referida, se evidencia que no solamente contribuye al fortalecimiento empresarial sino al de grupos de investigación por cuanto los productos de propiedad intelectual y de derechos de autor son reconocidos por el Sistema Nacional de CTeI dentro de la tipología de productos de desarrollo tecnológico e innovación para categorización y clasificación de grupos de investigación e investigadores.

5. Conclusiones

La creación de estrategias específicas para formación en innovación y emprendimiento surgen a partir del análisis de los efectos que tiene este tipo de propuestas, curriculares o extracurriculares, en la calidad de los programas académicos, necesidad de fortalecer los procesos de enseñanza - aprendizaje, articulación con el direccionamiento estratégico y el PEI de las IES. Sin embargo, el eje central de todo este esfuerzo son los estudiantes, por ello es necesario implementar este tipo de propuestas para brindarles mejores herramientas que le permitan ser competitivos en la sociedad actual.

La propuesta curricular de formación en innovación y emprendimiento ha contribuido a los procesos de gestión de la calidad institucional y acreditación de alta calidad de programas académicos de CECAR, especialmente porque articula el trabajo de los estudiantes y docentes con el sector empresarial y productivo, al tiempo que propicia espacios académicos para incentivar la generación de ideas, solución de problemas mediante el uso de conocimiento y la innovación, así como un aporte importantísimo en la consolidación de una cultura emprendedora que difiere de la base tradicional que normalmente se da en el territorio, generando de paso productos fácilmente evidenciables como los referidos en la tabla 3.

La implementación de este tipo de propuestas suele encontrar cierta resistencia inicial, especialmente debido al desconocimiento, escepticismo e imaginarios que se tiene sobre la innovación, como también a la costumbre de docentes de abordar clases de manera tradicional puesto que la propuesta de formación demanda salir del *status quo* de las clases y adentrarse en estrategias y conceptos nuevos que enriquecen el ejercicio de docencia y de enseñanza - aprendizaje.

6. Referencias

- Arraut, L., Jiménez, Y., Monsalve, J., & Arias, Y. (2017). METODOLOGÍA PARA MEJORAR LAS HABILIDADES DE INNOVACIÓN DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. In-Visible. hagamos visible el desarrollo científico e innovador de la UTB (págs. 340-349). Cartagena: UTB del Pozo, R. M., Fernández-Lozano, P., González-Ballesteros, M., & de Juanas, Á. (2013). El dominio de los contenidos escolares: competencia profesional y formación inicial de maestros Mastery of Content: Professional Competence and Pre-service Teacher Education. *Revista de Educación*, 360, 363-387.
- Beech, J. (2009). Cambio social y educación: algunas reflexiones acerca del rol de la escuela en la actualidad. *Mejorar la gestión directiva en la escuela*, 159.
- Consejo Nacional de Acreditación, CNA. (2013). Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. Bogotá. Documentos CNA No.2.
- Cooper, R. G. (2014). What's Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1),
- Dyer, J. H., Gregersen, H. B., & Christensen, C. (2008). Entrepreneur behaviors, opportunity recognition, and the origins of innovative ventures. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 2(4), 317-338
- European Commission/EACEA/Eurydice, (2016). La educación para el emprendimiento en los centros educativos en Europa. Informe de Eurydice. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión

- Europea.
- Fajardo Paz, P., & Robledo Velásquez, J. (2012). Modelos conceptuales para la gestión de la innovación: revisión y análisis de la literatura. En *III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación 2012: Competitividad en los Mercados Abiertos Medellín 11 y 12 de Octubre* (p. 160)
- Jiménez, I, Aguilera, L. (2008). Las IES y la formación para la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación. En *I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación 2008. Bogotá 14 y 15 de Agosto. ISBN: 978-958-719- 052-6.*
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En R. Landau, & N. Rosenberg (Edits.), *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington DC: National Academy Press.
- Marín, A., & Rivera, I. (2014). Revisión teórica y propuesta de estudio sobre el emprendimiento social y la innovación tecnológica. *Acta Universitaria*, 24 (1), 48-58.
- Matlay, H. (2014). International perspectives on entrepreneurship education. *Education+ Training*, 56(8/9).
- Michelacci, C. (2003). Low Returns in R & D Due To the Lack of Entrepreneurial Skills *. *The Economic Journal*, 113(1990), 207-225
- Ministerio De Economía Fomento y Turismo. (2015). *Pilotos para la incorporación de habilidades de innovación y emprendimiento en el sistema escolar*. Santiago de Chile
- Pelechano, V., de Miguel, A., & Pastor, A. (1983). Datos de validación del cuestionario reducido de locus de control para adolescentes (LUCAD-R3). *Análisis y Modificación de Conducta*, 9(20), 813-865. Recuperado a partir de <http://search.proquest.com/docview/620007810?accountid=10422>
- Pérez, M., Berra, E., & Cuautle, P. (2017). Método de innovación educativa para promover desarrollo de invenciones en instituciones de educación superior. *Revista UPIICSA Investigación Interdisciplinaria*, 35-42
- Rodríguez, E., Ruiz, M., & Agudelo, O. (2016). INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO: UNA EXPERIENCIA DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS DESDE EL GRADO 9. En *V Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación 2016: Competitividad en los Mercados Abiertos Bucaramanga 25, 26 y 27 de Octubre*.
- Medina, S. R. M., & Acosta, R. L. P (2018). Innovación en Educación: Innovación y emprendimiento en la educación superior: una formación de futuro. *Revista de Educación Superior del Sur Global-RESUR*, (5), e021-e021, 49 - 58.
- Valdivia, Y. S. V., & Fernández, M. E. C. G. (2018). Innovación en Educación: Un modelo de dinámica innovadora en educación superior. *Revista de Educación Superior del Sur Global-RESUR*, (5), e021-e021, 68 – 74.
- Saldarriaga Salazar, M.E. y Guzmán González, M. F. (2018). Enseñanza del emprendimiento en la educación superior: ¿Metodología o modelo? *Revista EAN*, 85, 125-142. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2054>
- Tinoco, F. F. O., & Laverde, F. P. (2011). Hacia un modelo de educación para el emprendimiento: una mirada desde la teoría social cognitiva. *Cuadernos de administración*, 24(43), 13-33.
- Verheul, I., Wennekers, S., Audretsch, D., & Thurik, R. (2001). *An eclectic theory of entrepreneurship: policies, institutions and culture*. *Erasmus*. https://doi.org/10.1007/0-306-47556-1_2
- Vicens, L., & Grullón, S. (2011). Innovación y emprendimiento: Un modelo basado en el desarrollo del emprendedor. V Foro de Competitividad de las Américas.

La formación de gestores de tecnología y de innovación: enfoque desde el posgrado

Alejandra Herrera-Mendoza

Universidad Iberoamericana Ciudad de México, Departamento de Estudios en Ingeniería para la Innovación,
México

alejandra.herrera@ibero.mx

Edgar Ortiz-Loyola Rivera-Melo

Universidad Iberoamericana Ciudad de México, Departamento de Estudios en Ingeniería para la Innovación,
México

edgar.ortizl@ibero.mx

Resumen

Este trabajo presenta la experiencia documental del programa de Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica (MGIT) de una universidad privada mexicana. El programa empezó a operar desde el inicio del año 2012 y continúa operando hasta la fecha. La MGIT tiene el compromiso de formar gestores que tengan una visión amplia de las capacidades tecnológicas de una organización y que hagan uso de técnicas y herramientas para tender el puente con las oportunidades de negocios a través de acciones de vinculación. Básicamente el caso presenta un par de retos que fueron atendidos en un proceso de revisión y mejora: el bajo índice terminal que pasó del 20% de alumnos graduados al 80% y la consolidación y confirmación de que los egresados salieran con el perfil definido desde el diseño del programa. Compartir esta experiencia a través de este documento resulta relevante ya que la formación de gestores en innovación tecnológica es una necesidad que no se ha resuelto en México; la mayor oferta de programas de innovación se enfoca en el desarrollo de tecnologías de información como oportunidad de negocio, en emprendimiento o en la formación de investigadores de la innovación, esto ocurre tanto en universidades públicas como en universidades privadas. Las acciones de prueba y error que se han realizado en este caso dejan evidencia de los elementos relevantes a considerar en el diseño de este tipo de programas, de los retos para tratar de garantizar el cumplimiento de las expectativas de los egresados y de los aspirantes y por otro lado, de estimar el impacto del posgrado en el sector social y productivo. Así, los programas de posgrado en innovación están obligados a apegarse a su propio discurso y establecer su propia forma de retroalimentación para la mejora, esto es, ajustarse para avanzar.

Palabras clave

Formación, gestión de tecnología, gestión de la innovación, posgrado

1. Introducción

El programa de la MGIT inició operaciones en el mes de enero del año 2012 como respuesta a la necesidad de los egresados de las carreras de ingeniería de la Ibero y de otras instituciones de incrementar su comprensión, conocimiento y participación en la toma de decisiones de las organizaciones en la definición de estrategias para el desarrollo de innovaciones de diversos tipos. El concepto de innovación como la base de este programa de posgrado tiene un alcance amplio ya que comprende productos y/o servicios nuevos o

mejorados los cuales se diferencian de sus antecesores y son puestos a disposición para su comercialización y uso (OCDE, 2018), lo que significa que cualquier disciplina del conocimiento y cualquier industria y mercado están incluidos sin importar si se trata del ámbito lucrativo, social o una combinación de ambos.

El eje de este programa de posgrado son los procesos de administración de los recursos y capacidades tecnológicas de una organización para generar diferenciadores con respecto a su competencia; sin embargo, el desarrollo de innovaciones requiere de la conjunción de esfuerzos de las distintas áreas de una organización: los generadores de ideas, los desarrolladores de las mejoras o las nuevas propuestas, los especialistas que diseñan el producto o servicio que puede ser usado y usable, los comercializadores y los inversores, entre otros, lo que exige la participación de profesionales especializados en los procesos de identificación de oportunidades de mercado y de la articulación de capacidades internas y externas para desarrollar soluciones orientadas en satisfacer tales oportunidades.

La vocación de la MGIT es profesionalizante y está vinculada con retos de la industria, es decir, no está dirigida a la formación de investigadores, aunque brinda herramientas para la búsqueda, análisis y selección de información relevante que apoye el desarrollo de innovaciones orientadas a aumentar la competitividad y el impacto de una organización: procesos, productos, servicios, modelos de negocios, modelos de comercialización y de organización, nuevas aplicaciones. En este sentido, este programa de posgrado está dirigido a formar a los vinculadores de estos esfuerzos a través del desarrollo de capacidades para la toma de decisiones basadas en información técnica, legal, de negocios y financiera.

La MGIT tiene una duración de cuatro semestres, se integra de 17 asignaturas y cada asignatura se cursa dos horas cada semana. Todos los profesores tienen experiencia docente y con la industria; han sido consultores y/o directores de empresa y algunos tienen experiencia como emprendedores. El primer semestre de la MGIT brinda conocimientos teóricos y casos acerca del ámbito legal de la creación de la tecnología y la propiedad intelectual, la gestión tecnológica, la base financiera y las técnicas de creatividad y el desarrollo de nuevas propuestas a partir de modificaciones y cambios en los paradigmas de observación de eventos, problemas y retos. El segundo y el tercer semestre trabajan con el desarrollo de habilidades directivas, toma de decisiones estratégicas, desarrollo de nuevos negocios con enfoque de mercado, análisis del entorno económico y métodos para la selección de nuevas tecnologías o nuevos desarrollos tecnológicos. El último semestre hace énfasis en los procesos de transferencia de tecnología, el financiamiento y el desarrollo de un proyecto de vinculación industrial (PVI) a través de una asignatura del mismo nombre.

PVI es la asignatura en la que los alumnos articulan todos los conocimientos y habilidades obtenidos y desarrollados durante el programa de posgrado de la MGIT y que les permite desarrollar un estudio de caso de interés del mismo alumno, lo que le lleva a proponer soluciones aplicables a la organización en donde se observa el problema o la necesidad, al mismo tiempo que sirve como proyecto terminal con el cual el alumno pudiera graduarse presentando un examen. Este propósito no se cumplió de manera efectiva durante las primeras cuatro generaciones del programa e implicó asesorar a los alumnos bajo un modelo tradicional de elaboración del proyecto terminal, esto es, cuando el alumno ha concluido los créditos de las materias del programa y puede o no regresar para elaborar su proyecto terminal.

Este marco de trabajo dio como resultado que el 20% de alumnos que habían cursado el programa obtuvieran el grado de maestros. Tales resultados exigieron cambios en la forma de trabajo no solo para promover el aumento en el número de alumnos graduados (eficiencia terminal) sino que, además, la estrategia contribuyera a aportar soluciones a casos concretos de

manera que el alumno validara la importancia del programa que había cursado y que pusiera en práctica los beneficios de su formación, aportando positivamente a las organizaciones con las que se relaciona; esto es, gestionando proyectos de innovación con la asesoría de un profesor experto en los temas de la gestión de la innovación.

Así, este documento pretende documentar y compartir esta experiencia en dos fases. La primera fase se refiere a los elementos que contribuyeron a graduar al 20% de los alumnos y en la segunda fase, se refiere al detalle metodológico y de organización que se diseñó como respuesta a este índice terminal y que ha arrojado resultados de eficiencia del 80% a lo largo de tres años y medio o su equivalente en 5 generaciones más de alumnos.

2. Metodología

El primer grupo de alumnos que cursó la asignatura de PVI fue atendido por un profesor con formación en ingeniería, experiencia docente y experiencia empresarial. Atendiendo a la libertad de cátedra -que forma parte de la filosofía docente de la universidad-, se ocupó principalmente de llevar a este grupo y las tres generaciones siguientes hacia la elaboración de planes de negocio. La coordinación del programa de MGIT identificó que este enfoque no coincidía en lo central con el propósito de la materia y del programa e inició una ronda de revisiones y discusiones con el profesor para tratar de alinear el enfoque con el objetivo de PVI. En el tercer semestre de esta asignatura, la coordinación del programa logró vincular el esfuerzo del grupo de alumnos de PVI para que diseñaran propuestas concretas para resolver problemas específicos de una empresa de laboratorio clínico de segundo nivel; el resultado de este primer esfuerzo de vinculación concreta consistió en propuestas limitadas y aisladas de la estrategia principal de la empresa y la colaboración de los equipos de trabajo de la asignatura fue intermitente. Al concluir la revisión de los entregables de la cuarta generación, la coordinación tomó la decisión definitiva de realizar un cambio de profesor, sin embargo, esta decisión no era suficiente para resolver el reto pues era necesario definir una nueva forma de trabajo que permitiera ir evaluando la alineación con el propósito de la asignatura, los intereses de los alumnos, la consolidación del conocimiento adquirido por ellos, los requisitos de calidad académica para la presentación de exámenes de grado y la estimación del esfuerzo para dedicarle tiempo y atención a cada proyecto por parte del alumno y especialmente por parte del profesor. Todo lo anterior requirió tomar las siguientes consideraciones:

- a) Definir el perfil del profesor o profesores. El perfil del profesor debe incluir formación en los temas de la gestión de la innovación tecnológica, experiencia empresarial y emprendedora, experiencia docente y es deseable que también tenga experiencia en investigación. Este último elemento de formación permite el apego a metodologías de investigación y consultoría. Como parte de los requerimientos institucionales el profesor o profesores deben contar al menos con grado de maestros.
- b) Diseñar el contenido de la asignatura. El contenido de la asignatura debía ajustarse a los temas que permitan cubrir cualquier caso de PVI y que en el detalle tuviera la flexibilidad para ajustarse a resolver en particular la construcción de un marco teórico pertinente y alternativas de solución validadas por actores relevantes en el caso.
- c) Establecer el alcance de los estudios o trabajos terminales. El tipo de trabajo terminal que se desarrollara en esta asignatura podría ser un estudio de caso o una tesis durante cuatro meses, lo que implicaría un trabajo intenso, constante y riguroso; bajo este marco de acción, entonces requeriría supervisión cercana.
- d) Definir las áreas en las que podrían entrar los casos como parte de los temas de gestión

de la innovación tecnológica. Los casos debían ser propuestos por los alumnos con la condición de que fueran de su interés, que tuvieran acceso a la información relacionada con el caso seleccionado y que fuera apoyado por la organización para la que se elaboraría -la cual puede ser propia o de terceros. El proyecto tendría que corresponder a cualquier tema de la gestión de la innovación tecnológica y tendría que validarse por el profesor o profesores.

- e) Diseñar los criterios de evaluación parcial y total de la asignatura. Establecer los lineamientos para evaluar avances parciales y el avance total del estudio de caso de manera que los alumnos sigan estrictamente un calendario de entregas, revisiones y retroalimentación.
- f) Definir los criterios de aprobación para seleccionar los trabajos que también serían tomados como proyectos terminales y cuáles solamente como trabajos finales de la asignatura. Este lineamiento tendría que deslindar la calificación de la asignatura de la selección de los trabajos cuyos alumnos presentarían examen para la obtención del grado de maestro. Esto es, el estudio de caso podría tener la calidad suficiente para aprobar la asignatura, aunque no necesariamente tener la calidad para presentar el examen de grado.
- g) Resolver administrativamente la modalidad de graduación con el trabajo terminal de PVI, cuando sea el caso. La Secretaría de Educación Pública autoriza una modalidad de examen para la obtención de grado de maestría cuyos elementos obligatorios son el proyecto terminal o estudio de caso o tesis, un ensayo de introspección y la presentación y la defensa del proyecto.

Estas consideraciones resultaron después de diversas discusiones entre un grupo reducido de profesores y el intercambio de propuestas de diseño a través de la consulta de otras experiencias documentadas.

Una vez definida una primera versión de la metodología, fueron seleccionados cuatro profesores para atender un grupo de 10 alumnos:

- Un profesor con experiencia empresarial y académica y doctorado en derecho con enfoque en lanzamiento de nuevos productos asesorando a 3 alumnos.
- Una profesora con experiencia empresarial y académica y doctorado en ciencias de la administración con enfoque en gestión de la innovación asesorando a 3 alumnos.
- Dos profesores con experiencia con la industria y experiencia académica con maestrías en el ámbito de la ingeniería y la gestión tecnológica asesorando a 4 alumnos.

Con este grupo inició la primera prueba del nuevo diseño de PVI. Se realizaron reuniones frecuentes para identificar posibles desviaciones y realizar ajustes con la mayor oportunidad posible. Al finalizar el semestre se habían desarrollado 9 proyectos y uno de los alumnos se retrasó con respecto al calendario de entregas.

3. Desarrollo

La implementación de la nueva estrategia de trabajo para atender los retos generados desde el inicio del programa de la MGIT y hasta el final del año 2015 implicó un proceso de planeación, diseño, implantación y retroalimentación constante. Este proceso involucró a la coordinación del programa, a los profesores y a los alumnos que se inscribieron en el primer

semestre del año 2016 a la asignatura. El desarrollo de este proceso se detalla de la siguiente manera:

1. Planeación. La planeación del nuevo programa debía recuperar el propósito inicial de la asignatura, el cual ayudaría a fortalecer y consolidar los conocimientos y habilidades adquiridas durante todo el programa. Esto implicó discusiones y propuestas para impulsar la motivación de los alumnos y apegarse a lineamientos metodológicos que dieran rigor, estructura y lógica a la forma de desarrollar un proyecto de vinculación industrial.

Por otro lado, la asignatura tiene restricciones de tiempo en aula y compite en tiempo con la atención que cada alumno puede asignarle fuera del aula. Este reto no es menor, considerando además que el semestre tiene una duración de 17 semanas y esta asignatura tiene asignada una sesión de dos horas por semana.

El otro reto importante era el perfil del profesor o profesores que podrían entender el alcance de la asignatura, el tipo de estudios o proyectos a elaborar y la exigencia de mantener un seguimiento cercano con los alumnos para evitar desviaciones en alcance temático, tiempo o calidad.

Este escenario implicó el análisis de restricciones y capacidades y reflexiones sobre la experiencia previa. El resultado se expresó en el diseño puntual de la metodología de trabajo, la forma de evaluación de la asignatura y la modalidad de graduación; la articulación de estos tres elementos dio como resultado un aumento significativo en el índice terminal de los alumnos de la MGIT.

2. Diseño.

Con base en el tiempo formal de aula y la carga académica ideal del último semestre del programa, el diseño de los contenidos es el siguiente:

- a) Descripción de hechos, definición del problema, justificación y objetivos. Este apartado tiene como reto principal la definición del problema. En los primeros dos semestres de esta nueva fase de la asignatura, los alumnos llegaban a la primera sesión con algunas ideas sobre el problema que buscarían estudiar y resolver, esto implicaba trabajo y retroalimentación durante cuatro semanas del semestre además de ocupar el 25% del semestre en este elemento. En el tercer semestre de operación de esta fase, la coordinación de la MGIT inició un taller extracurricular específico de 6 horas divididas en 3 sesiones para la definición del problema, la justificación y los objetivos con el propósito de orientar a los alumnos con técnicas para mejorar sus planteamientos de proyecto. Este taller se brinda una vez que se ha concluido un semestre y son invitados todos los alumnos que están por inscribir la asignatura en el siguiente semestre. La experiencia ha demostrado que el taller permite dar claridad a los alumnos sobre el esfuerzo que implica desarrollar un proyecto de gestión de innovación tecnológica y pone a prueba y desarrolla habilidades de análisis, síntesis y de metodología, comunicación oral y escrita. Una vez que la propuesta inicial es aprobada por la coordinación, el alumno puede inscribir la materia.

Es importante puntualizar que la asignatura tiene un profesor titular y puede tener uno o más cotitulares. Cada profesor funge como asesor de 3 a 6 alumnos para dirigir su proyecto.

- b) Marco contextual. En esta parte del proceso, el alumno presenta el contexto industrial y/o social en el que ocurre el caso. Va de lo general a lo particular, lo que permite al lector entender la dinámica de la industria o sector en el que se

encuentra el caso hasta el perfil de la organización de estudio e incluso el proceso, área o función en la que se encuentra el problema a atender. El desarrollo del marco contextual contribuye a resolver dos temas relevantes: la mejor comprensión del alumno sobre el tema que está atendiendo y permite al lector ubicarse en un escenario detallado del problema. Es importante mencionar que en esta parte el alumno podría redefinir el proyecto ya que es necesario que precise la forma en la que se origina el problema y las causas y consecuencias que genera.

- c) Marco teórico y revisión de casos similares documentados. Una vez que el alumno ha definido con precisión el contexto del problema y el alcance del estudio, se enfoca en la construcción del marco teórico pertinente para el caso de estudio. El alumno parte de los modelos teóricos estudiados durante los semestres previos del programa y busca nuevas propuestas teóricas que le permitan comprender cuál es la lógica actual del problema y cómo reestructurarla si es necesario, identifica las debilidades en el caso de estudio y analiza la pertinencia de los modelos revisados. Este es uno de los momentos de mayor lectura, análisis y discusión con los asesores. El alumno deberá proponer al menos tres modelos teóricos que se apeguen al caso de estudio y justificarlos. La revisión de casos documentados debe incluirse de manera descriptiva y analítica, donde los casos son similares o iguales al que se encuentra en estudio; el alumno debe justificar su selección y analizar y discriminar los elementos diferenciadores. Esta búsqueda y lectura implica revisión de otros casos adicionales que le permitan hacer la selección e implica también un proceso de aprendizaje en la medida que accede a múltiples casos. Esta actividad está dirigida a identificar otras experiencias y los retos que éstas enfrentaron.
- d) Establecer alternativas de solución, metodología para su evaluación y desarrollo de la evaluación de alternativas cualitativas y cuantitativas. Una vez que el alumno concluyó las etapas anteriores, está en la posibilidad de construir alternativas de solución y validarlas con actores clave. Esto significa que debe dejar evidencia de las alternativas de solución las cuales deben ser congruentes con las necesidades del caso de estudio. También se trata de un momento de revisiones y discusiones intensas y frecuentes con el asesor; es sin duda, el momento de mayor creatividad que al mismo tiempo exige estructura para el planteamiento y la justificación de alternativas de solución.

Las alternativas de solución son validadas por medio de técnicas e instrumentos que exigen al alumno identificar a los actores relevantes en el tema que pueden aportar ideas específicas y otras alternativas con visión crítica e informada. Los actores involucran a expertos externos e internos de la organización, roles directivos, asesores de empresas, académicos, usuarios, etc.

Las técnicas van desde la organización de *focus group*, realización de entrevista, encuestas, etc. La definición de la técnica más apropiada es discutida con el asesor. La información y opiniones recabadas durante esta etapa son documentadas y analizadas de manera que en colaboración con el asesor se incluyen aquellas aportaciones que se consideren pertinentes y justificadas y se deja evidencia de la realización de este esfuerzo.

También se documenta la metodología seguida para la elaboración del caso, de la construcción de la solución y de los procesos de validación. Los instrumentos de recopilación de información suelen agregarse como anexos.

- e) Propuesta de implantación o plan de acción. Debido a las limitaciones de tiempo para elaborar el estudio, el alumno elabora un plan de acción como propuesta ya que no tiene tiempo durante el semestre para implantarlo. El plan debe indicar las acciones a ejecutar, los recursos necesarios para realizarlas y los retos previstos que podrían enfrentarse. El plan o propuesta de implantación de la solución se alimenta de la información y observaciones recabadas durante la validación de las alternativas.
- f) Conclusiones e informe de resultados. El informe de resultados integra todos los temas desarrollados para el caso e incluye las conclusiones, la introducción y las fuentes consultadas.

La forma de evaluación de los avances se definió con base en entregables parciales con fechas específicas. La calificación de partida al inicio del semestre es 10 (diez) como la calificación más alta definida institucionalmente, el plan de la asignatura tiene ocho entregas de las cuales hay cinco entregables obligatorios acumulados lo que significa que si no se entregan se reducen 2 puntos de la calificación por cada entregable omitido, esto es, si el primer entregable obligatorio no se realiza en tiempo y forma entonces el alumno reduce su calificación a 8 (ocho) de tal manera que si omite la entrega de tres entregables no podrá aprobar la asignatura y menos aún, ser recomendado para presentar examen para la obtención de grado.

Adicionalmente, el proceso requirió la integración de un comité de revisores el cual recibe los documentos finales de los alumnos y determina en función de una rúbrica de evaluación que se ha ido afinando con el tiempo en función de su operatividad y criterios de calidad técnica y académica cuáles son los alumnos a los cuales se recomienda presentar examen general de conocimientos para la obtención del grado. Los alumnos que no reciben esta recomendación son citados para comunicarles esta decisión y reciben una retroalimentación del comité revisor sobre las áreas de oportunidad para mejorar su proyecto; estos alumnos pueden continuar contando con la asesoría de la coordinación para tratar de concluir su proyecto y logren en el siguiente periodo, presentar el examen de grado.

4. Resultados

Los resultados en términos numéricos de ambas fases de evolución de la asignatura PVI se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Evolución del programa de acuerdo con los resultados obtenidos

Fase	Profesores	Enfoque	Eficiencia
1. Entre enero de 2012 y mayo de 2015	Un profesor para un grupo de alumnos	Plan de negocios	20% de alumnos graduados
2. De agosto a diciembre de 2015	Cuatro profesores asesores de un equipo de alumnos	Consultoría para la Innovación tecnológica	30% de alumnos graduados
3. De enero de 2016 a la fecha	Tres profesores asesorando a 10 y hasta 15 alumnos	Desarrollo de estudio de caso real	80% de alumnos graduados

Fuente: Elaboración propia

Los PVI desarrollados a la fecha atienden o se insertan principalmente en los siguientes temas de la gestión de la innovación tecnológica:

- a) Diseño de modelos de gestión específicos.
- b) Estrategias de apropiación y asimilación.
- c) Transferencia de tecnologías.
- d) Innovación de procesos, productos y servicios.
- e) Vigilancia e inteligencia tecnológica competitiva.
- f) Gestión del conocimiento.
- g) *Benchmarking* tecnológico.

Esta evolución de la asignatura ha tenido impactos adicionales a la eficiencia terminal atendiendo a las necesidades de los alumnos para estructurar oportunidades de innovación y de negocios con base en un análisis concreto y validado por terceros, dejando de lado la discrecionalidad de las propuestas en un proceso de cuestionamiento constante. Los resultados de la eficiencia terminal dejan evidencia del cumplimiento del compromiso de la universidad, mejoran el indicador de comparación con programas similares y dan cuenta de los siguientes elementos:

- a) Los egresados generaron experiencia con la estructura metodológica para la resolución de retos de innovación en organizaciones concretas.
- b) Se consolidan y validan estrategias definidas por los alumnos previo análisis del estado del arte.
- c) El diseño de la validación propicia discusiones con expertos.
- d) El alumno asimila la importancia de la vinculación de los intereses de la estrategia organizacional con sus intereses profesionales.
- e) El documento y las propuestas que son resultado de la asignatura han servido como insumos de evaluación para promociones de puestos de los egresados o el lanzamiento de nuevos productos o ideas de negocio.
- f) El proceso contribuye a fortalecer el pensamiento estratégico y estructurado para la identificación de problemas.

El diferenciador sustancial del programa de la MGIT es que forma a sus alumnos para diseñar y tomar decisiones estratégicas sobre en las organizaciones con las que colaboran ya sea como empleados, como empresarios o como emprendedores de tal manera que el perfil de egreso está completamente comprometido con la profesionalización. Es en este sentido que los egresados de la MGIT vuelven a la coordinación a consultar y/o compartir noticias sobre nuevos puestos de trabajo a los que han ascendido, sobre estrategia o mejoras a los modelos de gestión de innovación existentes o que han trascendido a otros países o bien, sobre la apertura de un nuevo negocio o el lanzamiento de nuevos productos.

Adicionalmente, algunos de los estudios de caso realizados han sido publicados como documentos académicos para el acervo de la universidad, otros han sido publicados en revistas especializadas y otros más han sido expuestos en congresos universitarios.

5. Discusión y análisis

La formación de especialistas en los procesos de gestión de la innovación tecnológica es una oportunidad actual en México y en otros países cuyas estrategias nacionales de fomento a la innovación se encuentran en desarrollo. Estos especialistas no solo adquieren conocimientos

para apoyar las diferentes fases de la innovación sino que desarrollan habilidades para comprender de manera general propuestas tecnológicas de diversas áreas, para aprender sobre nuevos temas que sean requeridos para mejorar la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de la innovación y escuchar las diferentes posturas, opiniones y propuestas de especialistas de otros temas para articular sus esfuerzos e intereses concretando proyectos planeados, estructurados y controlados.

De ahí que el gestor de innovación tecnológica toma relevancia al impulsar esfuerzos, recursos e intereses a través de herramientas y técnicas para aumentar la posibilidad de éxito de la estrategia de innovación. El gestor se forma planeando y ejecutando, pero el proceso de formación necesariamente requiere orden y estructura, retos y acompañamiento; en este marco de acción, el papel de la universidad es fundamental pues incide además en el pensamiento del gestor en formación para observar que las estrategias que defina tendrán una consecuencia social y ambiental que debe ser procurada para impactar positivamente en el beneficio colectivo.

6. Conclusiones

La experiencia acumulada en el programa de la MGIT ha permitido observar que las necesidades de las organizaciones para resolver retos que pueden ser atendidos por gestores especialistas en el desarrollo de innovaciones, son permanentes, algunas urgentes y otras que empezarán a serlo en la medida que se limite significativamente el conocimiento hacia las formas y oportunidades para desarrollar acciones diferenciadas. El compromiso de la universidad es la formación de profesionistas útiles a la sociedad que contribuyan a atender los problemas nacionales; el pensamiento determina la acción y es por ello que la visión de la universidad debe incluir mejoras en sus planes de estudio, su organización y la calidad de la atención a sus estudiantes, especialmente en los procesos formativos y de aprendizaje.

Los estudiantes de la MGIT son adultos en etapa productiva, son los actores que tienen el mayor potencial para generar fuentes de empleo. La inversión en su crecimiento profesional es importante para ello y el resultado de su inversión académica debe tener resultados concretos para aumentar el potencial de generación de riqueza. El proceso presentado en este documento no solo se refiere al rediseño de una asignatura, sino que aspira a impactos superiores en los que sobresale el aumento de la confianza de los alumnos en generar experiencias con el acompañamiento de asesores expertos que buscarán los mejores resultados. El diseño de calificaciones es ciertamente rígido, sin embargo, atiende a la rigurosidad de la realidad y a las exigencias de los mercados en donde se desenvuelven las organizaciones en la actualidad.

7. Referencias

OCDE (2018). Oslo Manual 2018. Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4th edition. Recuperado de: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018_9789264304604-en#page1

On smart cities and sustainable development goals

Regina Negri Pagani, Ph.D.

Federal University of Technology (UTFPR), Post-Graduation Program in Production Engineering, Brazil
reginapagani@utfpr.edu.br

Adriano Mesquita Soares, M.Sc.

Sagrada Familia College (FASF), Department of Administration, Brazil
andrianosoares711@hotmail.com

Andréia Antunes da Luz, Ph. D.

University Center of Maringá (UniCesumar), Department of Administration, Brazil
andreaia-luz@hotmail.com

Gilberto Zammar, Ph. D.

Federal University of Technology (UTFPR), Department of Mechanics, Brazil
zammar@utfpr.edu.br

João Luiz Kovaleski, Ph.D.

Federal University of Technology (UTFPR), Post-Graduation Program in Production Engineering, Brazil
kovaleski@utfpr.edu.br

Abstract

The theme smart cities (SCs) appeared on the literature since the 1990s, and gained more visibility a decade later, when publications started to skyrocket. The United Nations launched the program sustainable development goals (SDGs), composed of 17 objectives, which purpose, in general terms, is the wellbeing of life on the Planet. Both themes, SCs and SDGs, were born to be “soulmate” themes once they have the same purpose of study: the wellness of human being. The purpose of this paper is to find the connections between these two themes. To achieve this purpose, a systematic literature search was done, and the content analysis was performed on the titles and abstracts of the works found. The results show that, by analyzing the concepts and definitions of SCs, there is not a direct mention of the SDGs on the works. However, an indirect connection between SCs and SDGs can be inferred by analyzing the whole works on SCs, which is a suggestion for future works.

Keywords:

Smart cities; smart sustainable cities; sustainable development goals; SDG; technologies; systematic literature review; Methodi Ordinatio.

1. Introduction

Humans are gregarious beings and have lived in communities ever since the beginning of human History. Together, man hunted, build houses, procreated. With the event of the First Industrial Revolution, villages and towns had an explosion in growing, and big cities started popping, especially close to rivers, where industries settled down to use the hydropower force. Cities play in important role on economic and social aspects on the sustainable development (Mori & Christodoulou, 2012). This is explained once cities are systems with a complex

metabolism, which has inputs of goods, products, raw material, energy and so on; consumes all these and other resources, and transform them into outputs, which might be products, goods, energy, and a lot of waste also.

In an overall way, we can classify the resources present in the inputs, in the black box, and in the outputs as: human (as resources and clients), energy, raw material, industrialized products, ICT, environmental elements, among others that one can add.

The challenges a city might have are many. One of them is that, along with the other outputs, there is a large amount of waste, which many cities, especially in developing countries, do not have a final adequate destination for it yet.

Having these and other challenges on the agenda, the studies on SCs started on the literature around 1991. The theme had its faster growing only a decade later. When the theme emerged on literature, in the 1990s, it was mostly used to define a city using a complex system of ICT and modern technologies (Alawadhi et al., 2012). The concepts evolved, and many definitions are provided in the literature. Table 1 presents the different definitions and concepts of smart city (SC), in an evolutionary approach, starting from the year 2000. For each definition, we provided the core terms present on each definition, in a way to synthesize the conceptions of the authors.

Table 1. Evolution of SCs concept

Core terms	Definition and concepts	Authors / year
Infrastructures	Monitors and integrates conditions of all of its critical infrastructures, including roads, bridges, tunnels, rails, subways, airports, seaports, communications, water, power, even major buildings, can better optimize its resources, plan its preventive maintenance activities, and monitor security aspects while maximizing services to its citizens.	Hall (2000)
Human, economy, environment and governance.	Well performing [...] in economy, people, governance, mobility, environment, and living, built on the smart combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens. SC generally refers to the search and identification of intelligent solutions which allow modern cities to enhance the quality of the services provided to citizens.	Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007)
Technology, social, and business.	Smart community which makes a conscious decision to aggressively deploy technology as a catalyst to solving its social and business needs – will undoubtedly focus on building its high-speed broadband infrastructures, but the real opportunity is in rebuilding and renewing a sense of place, and in the process a sense of civic pride.	Eger (2009)
Infrastructure, IT, social and business.	A city connecting the physical infrastructure, the IT infrastructure, the social infrastructure, and the business infrastructure to leverage the collective intelligence of the city.	Harrison, Eckman, Hamilton, Hartswick, Kalagnanam, Paraszczak, and Williams (2010)
Smart computing technologies, city management (education, real state, transportation, and healthcare)	The use of Smart Computing technologies to make the critical infrastructure components and services of a city—which include city administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities—more intelligent, interconnected, and efficient.	Washburn, Sindhu, Balaouras, Dines, Hayes, and Nelson (2010)
Infrastructures for daily quality of life.	SCs will take advantage of communications and sensor capabilities sewn into the cities' infrastructures to optimize electrical, transportation, and other logistical operations supporting daily life,	Chen (2010)

	thereby improving the quality of life for everyone.	
Sustainable development (TBL approach), modern infrastructure.	SCs of the future will need sustainable urban development policies where all residents, including the poor, can live well and the attraction of the towns and cities is preserved. [...] SCs are cities that have a high quality of life; those that pursue sustainable economic development through investments in human and social capital, and traditional and modern communications infrastructure (transport and information communication technology); and manage natural resources [...] sustainable, converging economic, social, and environmental goals.	Thuzar (2011)
Human, social, economic, infrastructure, governance.	A city is smart when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance.	Caragliu, Del Bo, and Nijkamp (2011)
Economy, quality of life, knowledge workers and talent attraction.	Creative or SC experiments [...] aimed at nurturing a creative economy through investment in quality of life which in turn attracts knowledge workers to live and work in SCs. The nexus of competitive advantage has [...] shifted to those regions that can generate, retain, and attract the best talent.	Thite (2011)
Information management, infrastructure, quality of life, energy conserving.	Infuses information into its physical infrastructure to improve conveniences, facilitate mobility, add efficiencies, conserve energy, improve the quality of air and water, identify problems and fix them quickly, recover rapidly from disasters, collect data to make better decisions, deploy resources effectively, and share data to enable collaboration across entities and domains.	Nam and Pardo (2011)
Connectivity, information, new Technologies, sustainable, competitive and innovative, life quality.	SC as a high-tech intensive and advanced city that connects people, information and city elements using new technologies in order to create a sustainable, greener city, competitive and innovative commerce, and an increased life quality.	Bakıcı, Almirall, and Wareham (2012)
Technologies, integration, sustainable.	Being a SC means using all available technology and resources in an intelligent and coordinated manner to develop urban centers that are at once integrated, habitable, and sustainable.	Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012)
Knowledge management, infrastructure performance, communication, and entrepreneurial.	Result of knowledge-intensive and creative strategies aiming at enhancing the socio-economic, ecological, logistic and competitive performance of cities. Such SCs are based on a promising mix of human capital (e.g. skilled labor force), infrastructural capital (e.g. high-tech communication facilities), social capital (e.g. intense and open network linkages) and entrepreneurial capital (e.g. creative and risk-taking business activities).	Kourtit and Nijkamp (2012)
Productivity, human capital, planned output, creative, sustainable.	SCs have high productivity as they have a relatively high share of highly educated people, knowledge-intensive jobs, output-oriented planning systems, creative activities and sustainability-oriented initiatives.	Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012)
Technology, connectivity, security, sustainable.	A community of average technology size, interconnected and sustainable, comfortable, attractive and secure.	Lazaroiu and Roscia (2012)
ICT, human capital, environment.	The application of ICT with their effects on human capital/education, social and relational capital, and environmental issues is often indicated by the notion of SC.	Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012)

Intellectual ability, “green”, infrastructure, connectivity, economy, information, human capital.	A SC is understood as a certain intellectual ability that addresses several innovative socio-technical and socio-economic aspects of growth. These aspects lead to SC conceptions as “green” [...] urban infrastructure for environment protection and reduction of CO2 emission, “interconnected” [...] revolution of broadband economy, “intelligent” [...] to produce added value information from the processing of city’s real-time data from sensors and activators [...] “innovating”, “knowledge” cities [...] refer to the city’s ability to raise innovation based on knowledgeable and creative human capital.	Zygiaris (2013)
Data, IT, efficient services, collaboration, business innovative.	SCs initiatives try to improve urban performance by using data, and information technologies (IT) to provide more efficient services to citizens, to monitor and optimize existing infrastructure, to increase collaboration among different economic actors, and to encourage innovative business models in both the private and public sectors.	Marsal-Llacuna, Colomer-Llinas, and Melendez-Frigola (2014)
Economy, mobility, environment, people, governance, ICT.	SCs can be identified and ranked along six main axes or dimensions: a smart economy; smart mobility; a smart environment; smart people; smart living; and, finally, smart governance. These six axes connect the traditional theories of urban growth and development, with the modern aspect of sustainable development of a city. [...] can be defined as “smart” when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic development and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance.	Greco and Cresta (2015) Caragliu and Njkamp (2009)
ICT, service efficiency, cost reduction, collaboration.	The concept considers the use of ICT to improve the efficiency of city services, to reduce costs and resource consumption, to address societal challenges and improve collaboration between citizens and government	Hudson, Kortuem, Wolff, and Law, (2016)
Resources, infrastructure, quality of life, ICT, TBL approach.	The concept envisions enhancing resource utilization and infrastructure available at a city in a sustainable fashion while improving the quality of life of its population. A city can be viewed as smart when investments on human and societal capital as well as on modern ICTs harmoniously contribute to sustainable economic development and improvements in citizens’ quality of life through participative, engaged actions.	Cavalcante, Cacho, Lopes, and Batista (2017)
Data management, automation, collaborative spaces, inclusive, equal benefits for all.	A number of key characteristics are required in a SC: the city will be instrumented to allow the collection of increasing amounts of data about city life; the data from different sources and city systems will be available to be easily aggregated together to gain far greater insight into what is going on in the city [...].	Basiri, Azim, and Farrokhi (2017)
Smart technologies for development.	A SC is conceptualized as the institutionalized and integrated application of smart technologies with a digital age mindset to the tasks and challenges of urban management. This definition includes institutional aspects and integration in order to emphasize the long- term commitment needed by governments to embrace technology for development.	Vu and Hartley (2018)
ICT, people, economy, governance, mobility, living and environment.	SCs are conceived as means of integrating the ICTs with the urban space and provide the city with solutions that enhance city’s six dimensions: people, economy, governance, mobility, living and environment.	Anthopoulos, Fitsilis, and Ziozias (2019)

Source: The Author.

Also, it is not possible to define a SC with a single group of elements without considering all the other elements involved in a human grouping living together. Therefore, we here define a SC as one that is a human agglomeration living together in a geographical area, which is provided with natural and technological resources, that are managed in way to provide the satisfaction of human needs in an efficient and sustainable way, as such to provide quality of life for all the people there living, with gradual reducing the impacts of negative outputs in the environment, on the land or water.

In 2000, the United Nations (2015) launched the program Millennium Development Goals (MDGs). The program was concluded in 2015, when The Sustainable Development Goals (SDGs) were then launched by UN. A brief of the SDGS is on Table 2.

Table 2. Sustainable Development Goals

Goal Number	Sustainable Development Goals	Description
1.	No poverty	Economic growth must be inclusive to provide sustainable jobs and promote equality.
2.	Zero hunger	The food and agriculture sector offers key solutions for development, and is central for hunger and poverty eradication.
3.	Good health and well-being	Ensuring healthy lives and promoting the well-being for all at all ages is essential to sustainable development.
4.	Quality education	Obtaining a quality education is the foundation to improving people's lives and sustainable development.
5.	Gender equality	Gender equality is not only a fundamental human right, but a necessary foundation for a peaceful, prosperous and sustainable world.
6.	Clean water and sanitation	Clean, accessible water for all is an essential part of the world we want to live in.
7.	Affordable and clean energy	Energy is central to nearly every major challenge and opportunity.
8.	Decent work and economic growth	Sustainable economic growth will require societies to create the conditions that allow people to have quality jobs.
9.	Industry, innovation and infrastructure	Investments in infrastructure are crucial to achieving sustainable development.
10.	Reduced inequalities	To reduce inequalities, policies should be universal in principle, paying attention to the needs of disadvantaged and marginalized populations.
11.	Sustainable cities and communities	There needs to be a future in which cities provide opportunities for all, with access to basic services, energy, housing, transportation and more.
12.	Responsible production and consumption	Responsible Production and Consumption.
13.	Climate action	Climate change is a global challenge that affects everyone, everywhere.
14.	Life below water	Careful management of this essential global resource is a key feature of a sustainable future.
15.	Life on land	Sustainably manage forests, combat desertification, halt and reverse land degradation, halt biodiversity loss
16.	Peace, justice and strong institutions	Access to justice for all, and building effective, accountable institutions at all levels.
17.	Partnerships for the goals	Revitalize the global partnership for sustainable development

Source: UN (2015).

The SDGSs are a “call for action by all countries [...] to promote prosperity while protecting the planet.” (UN, 2015). The 17 goals that compose the SDGS aim at implementing strategies on education, health, social protection, and job opportunities, while tackling climate change and environmental protection. The UN states the SDGSs are the blueprint to achieve a better and more sustainable future for all (2015).

By analyzing the concepts and definitions of SCs, we cannot infer other idea unless that both concepts, SCs and SDGS, are intrinsically and inexorably connected to each other.

Therefore, what does the literature tell us about this bond? The purpose of this paper is to find the connecting bonds between the themes SCs and SDGS. To achieve this objective, a systematic literature search aiming at mapping out the state of the art on SCs and SDGS was done. The results show that there is still more connections to be made.

This paper is composed of six sections. This present one, where we contextualized the themes under research, offered the concepts and definitions on SCs, and presented the objectives of this paper. The next section brings in detail the methodology used to achieve the objectives. In the sequence, Section 3 brings the results of the bibliometry. Analysis and discussion are presented on Section 4. Section 5 concludes the findings, and we finish the paper with the references used.

2. Methodology

Literature presents several protocols for systematic review. Amongst these protocols we mention the Handbook for identification and review of the scientific literature (NHMRC, 2000; Moher et al, 2009) the Cochrane Collaboration Model (Rosswurm & Larrabee, 1999; Higgins & Green, 2008) works of Tranfield et al. (2003), Kitchenham (2004), and Kitchenham et al. (2009); the Guide of SLR (Okoli and Schabram, 2010), Ralston et al. (2017), and, described by Higgins and Green (2001). The protocol PRISMA (2009) has its roots on the Cochrane Collaboration Model.

In essence, all of these works follow the same guidelines, firstly proposed by The Cochrane Collaboration Model, which was conceived for the health field, and which proposes the reading of all the works possible in the theme selected. Following the idea of Cochrane, Pagani, Kovaleski and Resende (2017; 2018) proposed the protocol named *Methodi Ordinatio*. Differently from Cochrane, *Methodi Ordinatio* is designed for those considered independent researchers, who cannot count on thousands of reviewers to perform his/her research. The reality of most of independent researchers is that they can only count on themselves for the research tasks. Therefore, a criteriously selection and exclusion of not relevant works must be done, as so his/her work can be completed.

Methodi Ordinatio, as applied in Campos, Pagani, Resende, and Pontes (2018); Stadler, Arantes, Halicki, and Safrater (2017); Vaz, Macedo, Soares Junior and Bittencourt (2018); Barros, Salvador, Piekarski and De Francisco (2018); Salvador, Barros, Rosário, Piekarski and Francisco (2019), Silva, Kovaleski, and Pagani (2019), among others, is composed of nine steps. The systematic reading is the last step to be performed when the researcher already knows which are the most relevant works for his/her research.

In order to develop this present paper, *Methodi Ordinatio* was employed. However, since the objective is to map out the state of the art on SCs, only the first steps of the methodology were used. The steps used are described in the sequence.

Step 1: establishing the keywords for the search: the intention of this research was to map out the state of the art on the theme smart cities. Since we also wanted to study the correlation of smart cities and sustainable development goals, the combination of these terms were searched.

Step 2: Preliminary search: consists in testing the keywords in data bibliographic data

bases in order to make an overall assessment of the findings concerning the data bases, time delimitation, and checking for terms and their combinations, as well as the best Boolean operators to be used for refining the search. The refining prevents works not related to theme to come along.

Step 3: Definition of keywords combinations, databases, and time delimitation: the combination of keywords and Boolean operators defined were “Smart Cities” OR “Smart City”. These two combinations allowed reaching a broader number of works possible, and the search was delimited to find only works whose title contained the terms combined. The words “sustainable development goals” OR “SDGS” combined with “Smart Cities” OR “Smart City” returned no results in the title search. The bibliographic database used was Web of Science Clarivate Analytics. The reason for selecting this database is because it offers an analytical tool to analyze the results, providing numbers concerning the publications aspects, such as number of papers per country/region, areas of research and so on. We did not delimit a period of time for the search, so that we could better evaluate the year when the theme started being studied.

Step 4: Final search on database: using the elements defined on Step 3, we proceeded with the final search. Still on the database website, we applied the tools to find the numbers regarding the aspects of the publication, which are presented in the results. To collect the data, we used the reference manager Mendeley. This previous search found 2.956 works whose titles contained the combination of keywords “Smart Cities” OR “Smart City”. However, as mentioned before, no results were found matching the themes smart cities and sustainable development goals.

Step 5. Filtering procedures: in the reference manager Mendeley, we checked for duplicates, and there were none.

The Methodi Ordinatio steps used were until number 5, enough for us to continue the work as wanted.

The results are presented in two subsections, the first using the data obtained from Methodi Ordinatio, and the second from VOSviewer. VOSviewer is a free software, that uses the data collected by a reference manager to draw maps of words, authors, and keywords.

3. Results

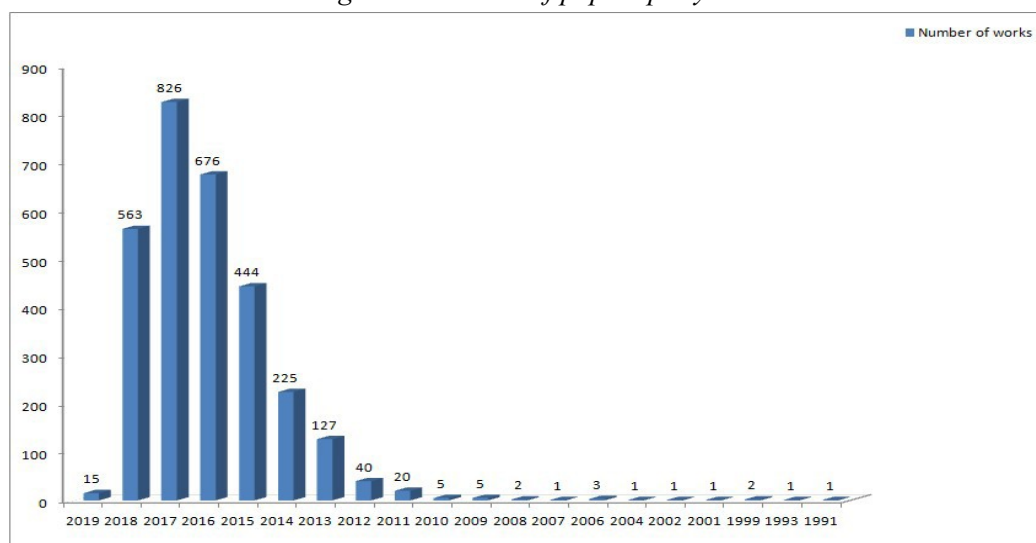
Results will be presented into two subsections. The first subsection presents the results obtained from the bibliometry on SCs and SDGs, done on the Web of Knowledge data base.

3.1. Bibliometry: mapping the scientific production on SCs related to SDGS

The search returned results only for the combination “Smart Cities” OR “Smart City”, with 2.956 works. Regarding the combination of “smart cities” AND “SDG” OR “Sustainable Development Goals” no papers were found.

The first point to present is the number of papers published by year. The theme first appeared in 1991, with a single publication (Fig.1). Numbers started increasing timidly from 2011, reaching a tremendous amount in 2017, with 826 works published. In 2018 this number diminished considerably. The reason for that might be several: changing in the name of the theme or migration for other more specific subjects related to SCs, but the reasons should still be investigated, which is not the purpose of this paper.

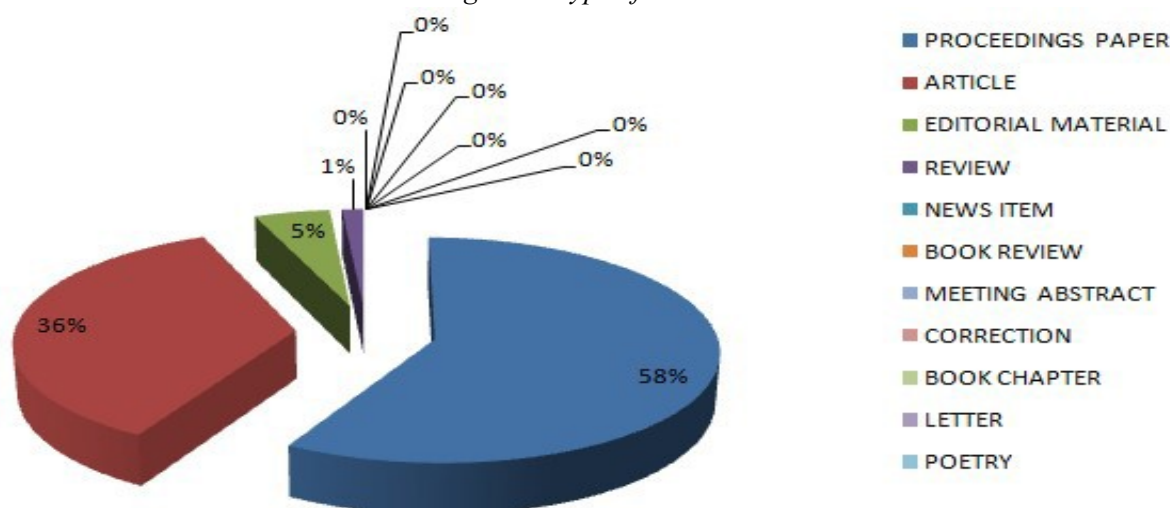
Figure 1. Number of papers per year



Source: The Author.

Most of the works, 58%, were presented in events, like conferences, congress, and the like (Fig. 2). The analysis showed 25 names of the events where there were more than 7 works presented. Besides the 25, other 925 names for events, with one works presented at each one, were found. Therefore, it is possible to infer that such events draw the interest of a diverse public, considering the large number of them. Articles in journals are the second choice for publication, with 36%. Editorial material represents only 5%.

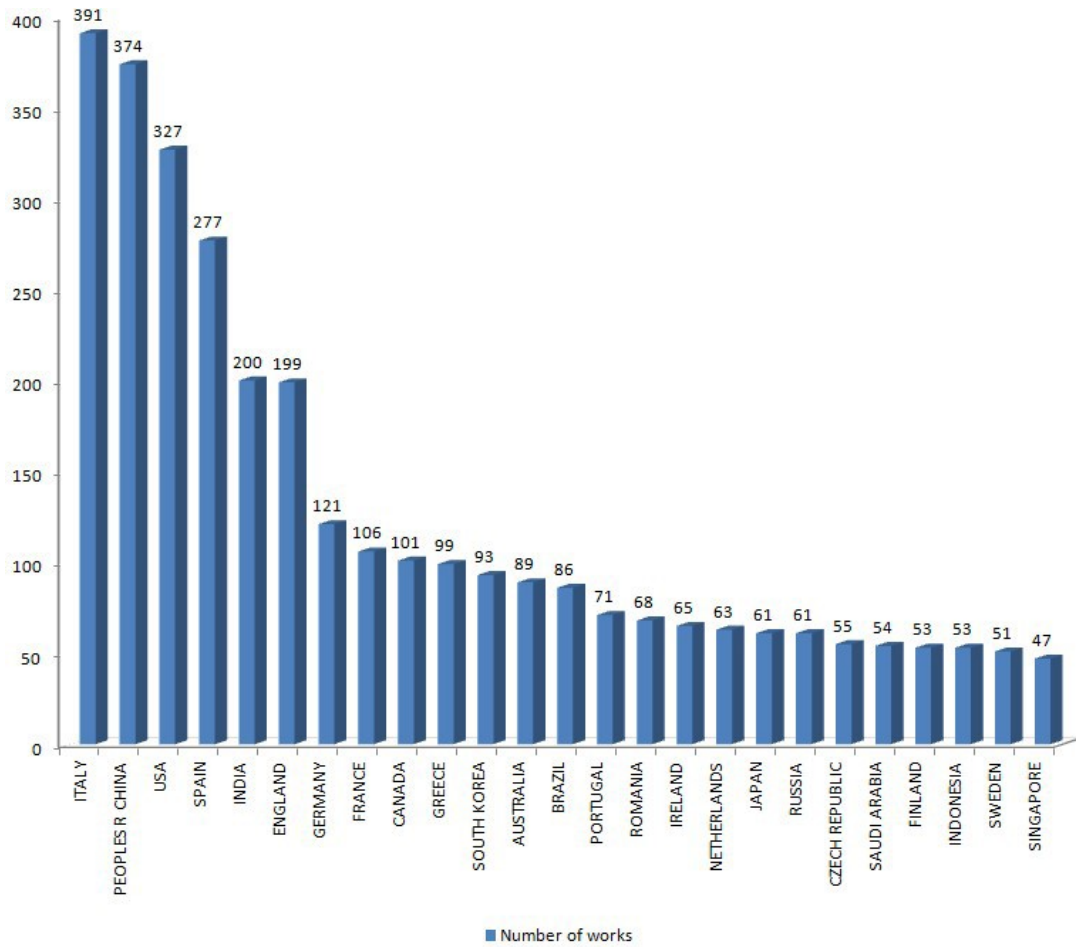
Figure 2. Type of document



Source: The Author.

According to the information on Figure 3, the countries that presented a higher number of publications by its researcher's nationality were respectively Italy, with 391 works; China, with 374; USA, with 327; Spain, with 277; India, with 200; and England, with 199. From Latin American countries, Brazil is the only country representing the region, with 86 works.

Figure 3. Publications by country / regions



Source: The Author.

The major fields studied concerning SCs are computer science, Engineering, and telecommunications. Other topics are, in a decreasing sequence of numbers, science technology and other topics, urban studies, business economics, energy fuels, public administrations, environmental sciences ecology, transportations, automation controls systems, instruments instrumentation, chemistry, and other topics, described in Fig. 4. It is important to observe that most of the topics are related to information technology. Very few topics focus on the human and social aspects of the cities, and only one topic related to the environment.

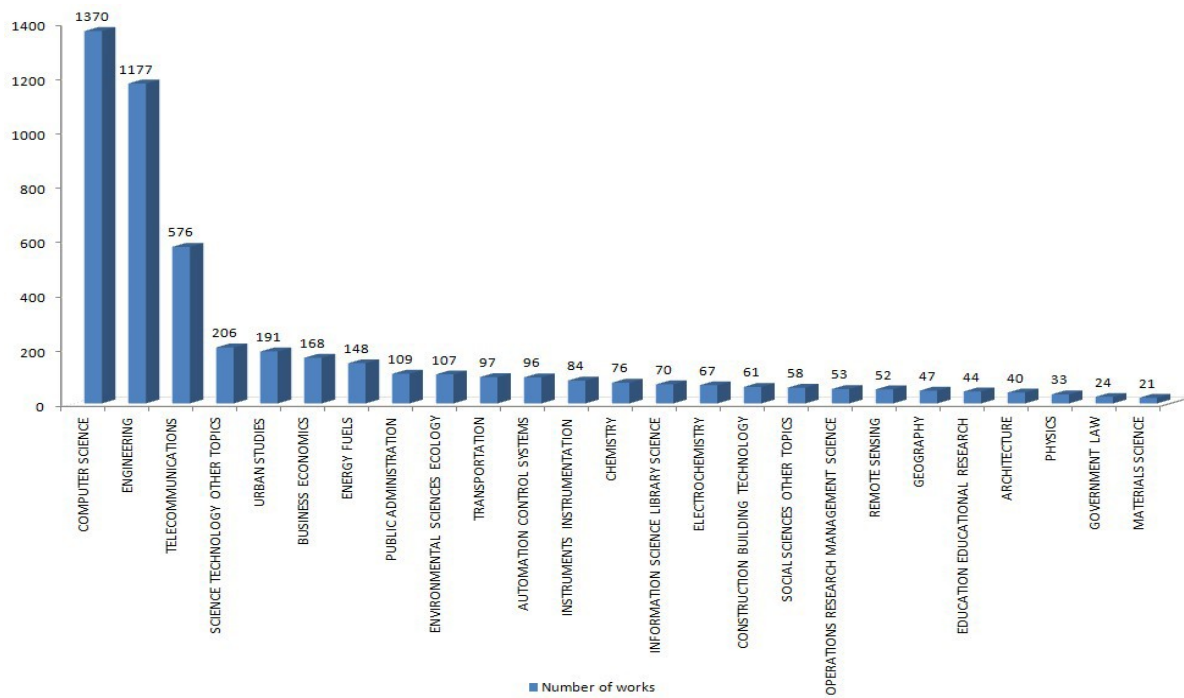


Figure 4. Field of research

Source: The Author.

A

mong

the 10 institutions that mostly study SCs we can find that four of them are Italian: Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, e University of Bologna, and University of Naples Federico II. This can be explained due to the fact that Italy is the country that has the higher number of works on SCs. Therefore, if a researcher is interested in studying on this topic, Italy is certainly a good destination.

Figure 5. Research institutions

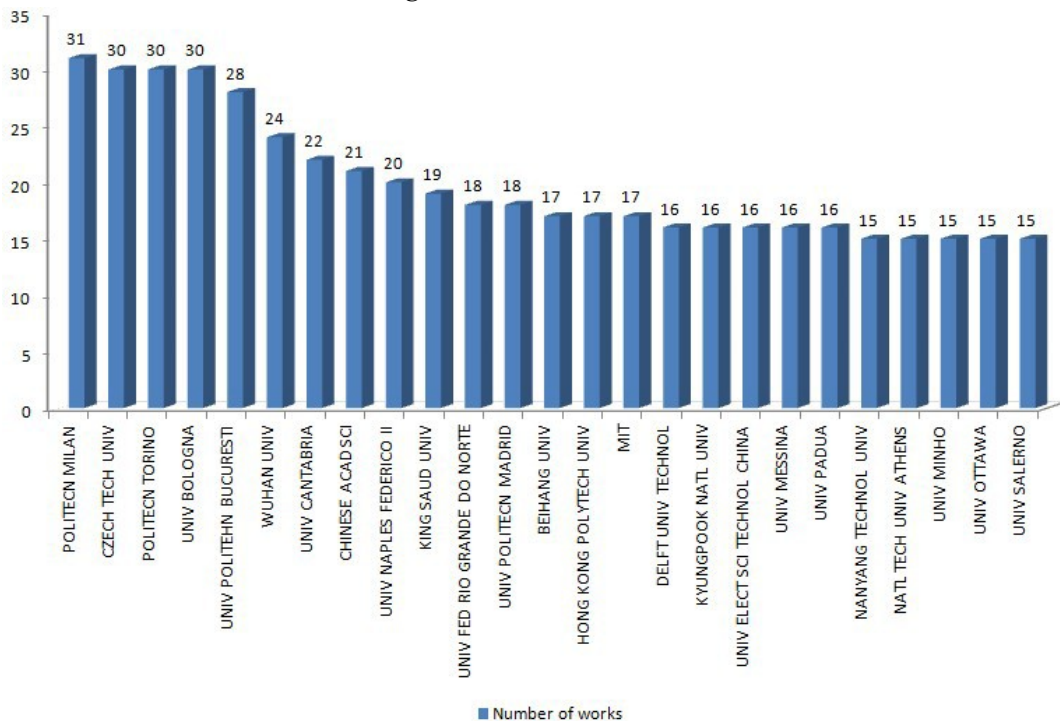
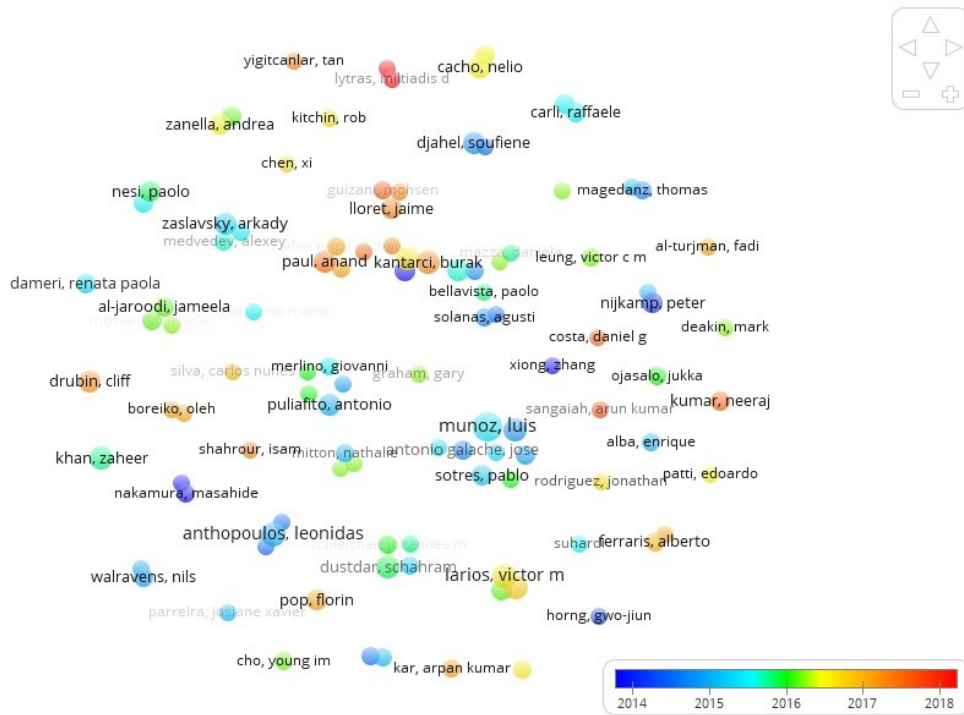


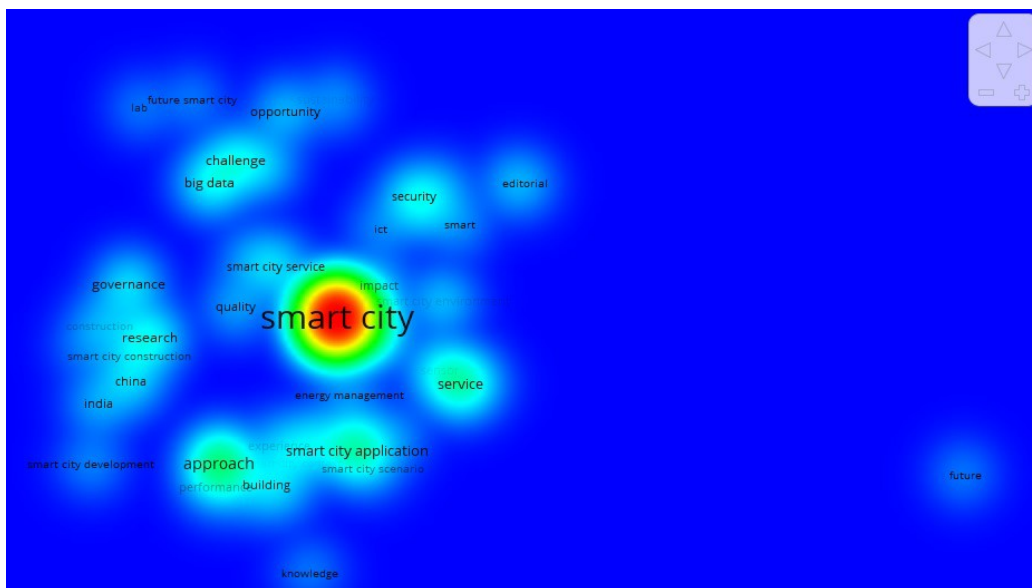
Figure 7. Map of authors per year



Source: Research data analyzed by VOSviewer.

The next element analyzed was the title of the works. Once the refining of the search determined that only the combination of words SC or SCs should return, these are the terms that mostly appears in the map (red zone). Other words that figured in title were: service, security, quality, approach, big data, challenge, research, application, governance, China, building, future. Words related to the SDGs are not mentioned among the most cited in the titles.

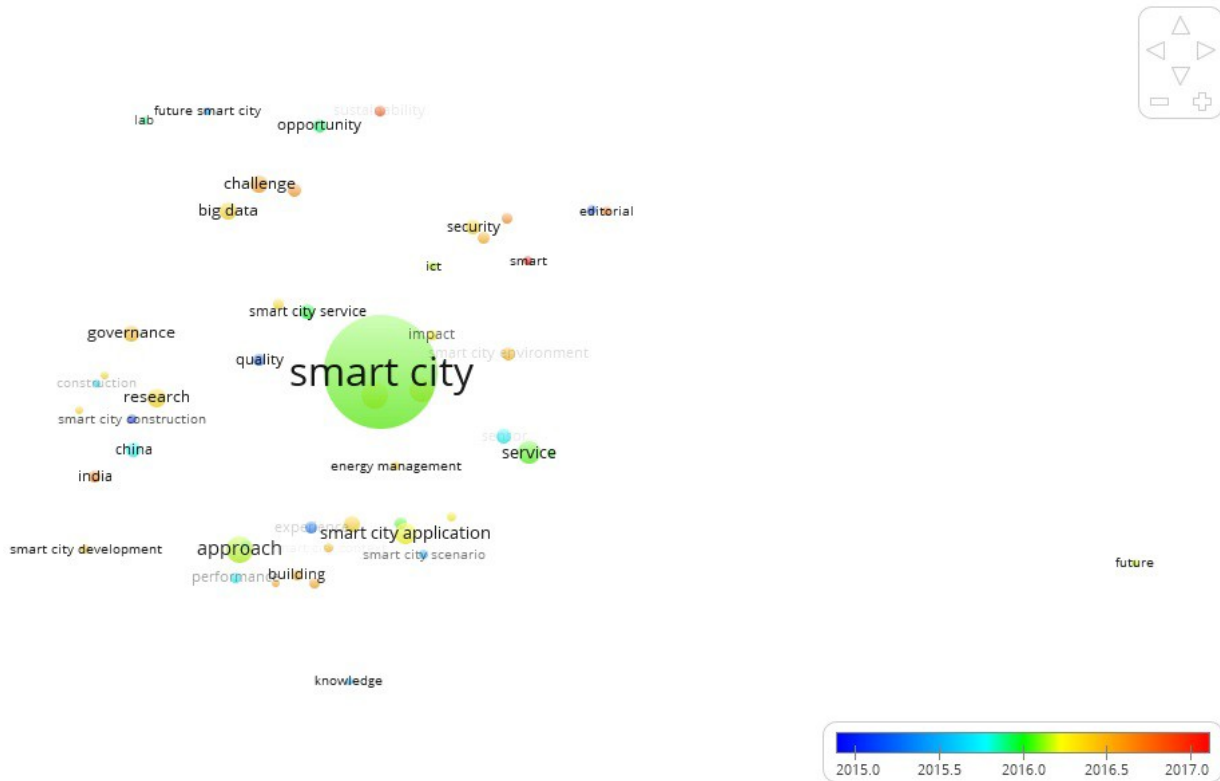
Figure 8. Density map of words in the titles



Source: Research data analyzed by VOSviewer.

The titles of the most recent works, from 2016, mostly presented the words research, challenge, big data, India, security, governance, and building (Fig. 9).

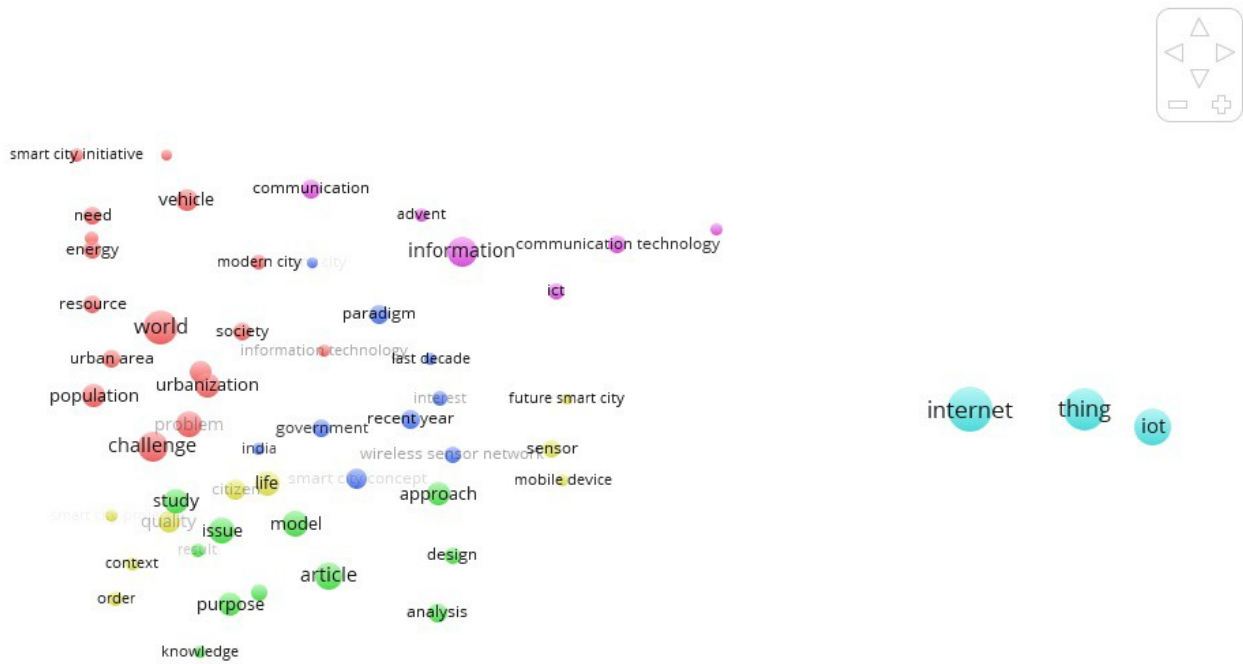
Figure 9. Words occurrence analysis by title per year



Source: Research data analyzed by VOSviewer.

The analysis of the abstract offers a deeper idea of what the work studies regarding SCs. Concerning the network of words, it is possible to observe (Fig. 10) that the words internet of things, in light blue, present an intensive relation; then, information, and communication technology, in purple; world, challenge, urbanization, energy, population, resource, vehicle, modern city and SC initiative, in red; the words in green are related study related vocabulary, and are not considered here as words related to SCs topics; the words in blue are related to governmental aspects. Finally, in yellow, most of the words are related to technology: sensor, future SC, and mobile device.

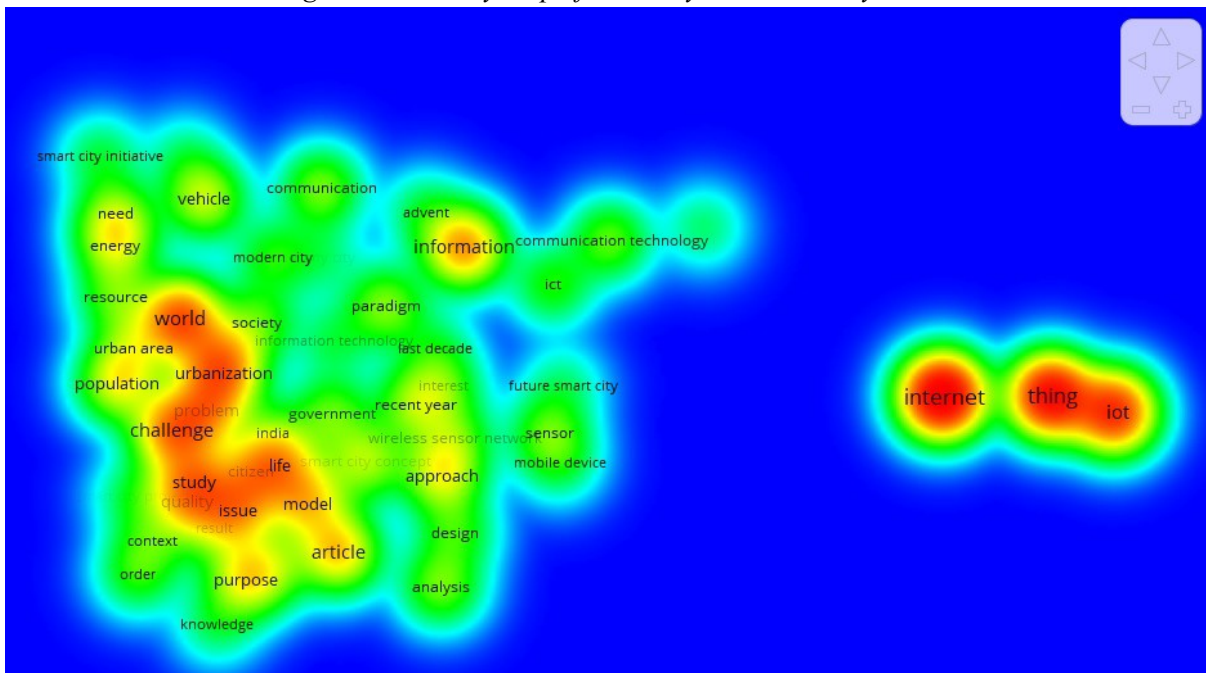
Figure 10. Keywords network by analysis of abstract



Source: Research data analyzed by VOSviewer.

The words that appear with most density on abstracts (Fig. 11) are internet of things (IoT), challenge, urbanization, study, life, world, information, population, need, energy and urban area.

Figure 11. Density map of words by abstract analysis



Source: Research data analyzed by VOSviewer.

The country with a larger number of works is Italy, with 391 works. The European continent together contributed with 1.490 works, over the half number of the works retrieved. Therefore, Europe seems to be the best place to study on SCs, especially Italy.

In this same sense, the institutions that appeared in larger number were from Italy, with four institutions mentioned among the 10 that mostly contributed. Brazil was the only representative of Latin America among the works presented in this search.

The mostly studied areas are computer science and engineering. Themes implicitly related to SDGs are: urban studies, energy fuels, public administration, environmental sciences and ecology, social sciences and other topics, geography, government law.

The words that mostly appeared on the abstracts were internet of things, information, communication technology (which also appears as one of the most cited words in concepts and definitions, on Table 1), world, challenge, urbanization, energy, population, resource, vehicle, modern city and SC initiative, governmental aspects, sensor, future SC, and mobile device. That is to say that the words that mostly appear on the abstracts are technology related. The information management, and its proper dissemination, seems to be central in many works.

There is no direct mention of SDGs on the works on SCs retrieved. The linkages that can be made is by analyzing Table 1 and Table 2 and inferring connections due to the subthemes studied on SCs. The connections we inferred are on Table 3.

Table 3 Connections inferred from SCs definitions and SDGs

Goal Number	Sustainable Development Goals	Inferred Connections (authors)
1.	No poverty	Caragliu, Del Bo, and Nijkamp (2011)
2.	Zero hunger	Caragliu, Del Bo, and Nijkamp (2011)
3.	Good health and well-being	Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Washburn, Sindhu, Balaouras, Dines, Hayes, and Nelson (2010), Chen (2010), Nam and Pardo (2011) Bakıcı, Almirall, and Wareham (2012), Lazarou and Roscia (2012), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009), Cavalcante, Cacho, Lopes, and Batista (2017), Basiri, Azim, and Farrokhi (2017)
4.	Quality education	Washburn, Sindhu, Balaouras, Dines, Hayes, and Nelson (2010), Kourtit and Nijkamp (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013)
5.	Gender equality	Thite (2011), Kourtit and Nijkamp (2012), Basiri, Azim, and Farrokhi (2017),
6.	Clean water and sanitation	Thuzar (2011), Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Thuzar (2011), Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012), Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
7.	Affordable and clean energy	Thuzar (2011), Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Thuzar (2011), Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012), Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
8.	Decent work and economic growth	Eger (2009), Thite (2011), Kourtit and Nijkamp (2012), Marsal-Llacuna, Colomer-Llinas, and Melendez-Frigola (2014), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009),
9.	Industry, innovation and infrastructure	Hall (2000), Harrison, Eckman, Hamilton, Hartswick, Kalagnanam, Paraszczak, and Williams (2010), Washburn, Sindhu, Balaouras, Dines, Hayes, and Nelson (2010), Chen (2010), Thuzar (2011), Gartner (2011), Nam and Pardo (2011), Bakıcı, Almirall, and Wareham (2012), Marsal-Llacuna, Colomer-Llinas, and Melendez-Frigola (2014)

10	Reduced inequalities	Kourtit and Nijkamp (2012), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009), Cavalcante, Cacho, Lopes, and Batista (2017)
11.	Sustainable cities and communities	Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Thuzar (2011), Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012), Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
12.	Responsible production and consumption	Bakıcı, Almirall, and Wareham (2012), Kourtit and Nijkamp (2012), Lazaroiu and Roscia (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Hudson, Kortuem, Wolff, and Law, (2016)
13.	Climate action	Zygiaris (2013), Thuzar (2011), Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Thuzar (2011), Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012), Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
14.	Life below water	Gartner (2011), Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Thuzar (2011), Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012), Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
15.	Life on land	Gartner (2011), Thuzar (2011), Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic, and Meijers (2007), Thuzar (2011), Barrionuevo, Berrone, and Ricart (2012), Kourtit, Nijkamp, and Arribas (2012), Lombardi, Giordano, Farouh, and Yousef (2012), Zygiaris (2013), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
16.	Peace, justice and strong institutions	Thuzar (2011), Greco and Cresta (2015), Caragliu and Nijkamp (2009)
17.	Partnerships for the goals	Nam and Pardo (2011)

Source: The author.

It is important to reinforce that the connections established are a simple inference of this paper's authors.

Making an analysis with the SDG, it was observed that the less approached SDG as found by this search were No poverty; Zero hunger; Partnerships for the goals; Gender equality; Peace, justice and strong institutions; and Reduced inequalities. The most approached, as revealed in this search, were the ones related to environment. This might lead us to ponder that the environment is on the top of the search. Would that be because of the strong environment laws? Anyway, despite the robustness of the literature, there is still a lot to do regarding the human being itself.

5. Conclusion

This paper was an attempt to find direct mentions of sustainable development goals on smart cities works. The two themes were born as "soulmate themes" since both of them works towards the wellness of human beings in its collective and broad approach, including the environment.

To achieve this purpose, a systematic literature search was done. The preliminary search revealed no direct connections between the two themes. Therefore, the bibliographic mapping was done using only the theme on smart cities.

The literature review brought concepts and definitions of SCs. The core term that most appears on the concepts, as well as on the content analysis of words from the abstracts, revealed that the works' main topic studied is related to technologies, more specifically ICTs. We can infer that

there is still a lot more to study and evolve in order to embrace all the elements and aspects as so SCs will seek the welfare and wellness of what really matters: human and social aspects, and environment.

By now, it sounds that the major concern of the works, on a not deep content analysis, is to produce technologies and goods and advertise them thorough events and, maybe, papers, and sell them. The main concern towards the information management of many papers makes us ponder: we have the information! Now what? This might be a cold conclusion, then we pose (since many might not agree with our findings) the question for future works: What is on smart cities and sustainable development goals?

Another observation, when trying to make a connection towards the SDGs, is that most of the papers are related to the environmental studies; a small amount of them was directed to study the human conditions itself. Would this context be due to the environmental regulations, which forces companies to search for solutions in order to comply with the laws? Those are questions that future works could strive to answer.

The main contributions of this paper is to set an agenda for future works: find out direct and clear connections between SCs and SDGs; propose SCs strategies that are committed to achieve the goals; and measure the effects of such strategies.

This study has some limitations. The main limitation is that it presents the content analysis of only the abstracts and title of papers rather than an in-depth analysis of the whole works. Therefore, this is another suggestion for future works. Another limitation is that the connections made between the SCs and SDGs were made on the conceptions and definitions base. If the inferences are made having the whole papers as base, certainly more connections, and more trustworthy ones, might be found. Thus, making these connections based on the whole work analysis is another suggestion for future work. Finally, one other limitation is that a broader study with more scientific databases could be done, in order to refute or confirm the questions posed here.

6. References

- Alawadhi, S., Aldama-Nalda, A., Chourabi, H., Gil-Garcia, J. R., Leung, S., Mellouli, S., & Walker, S. (2012). Building understanding of smart city initiatives. In *International conference on electronic government* (pp. 40-53). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Anthopoulos, L., Fitsilis, P., & Ziozias, C. (2019). What is the Source of Smart City Value?: A Business Model Analysis. In *Smart Cities and Smart Spaces: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 56-77). IGI Global.
- Bakıcı, T., Almirall, E., & Wareham, J. (2013). A smart city initiative: the case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 135-148.
- Barrionuevo, J. M., Berrone, P. A. S. C. U. A. L., & Ricart, J. E. (2012). Smart cities, sustainable progress. *IESE Insight*, 14(14), 50-57.
- Barros, M. V., Salvador, R., Piekarski, C. M., & de Francisco, A. C. (2018). Mapping of main research lines concerning life cycle studies on packaging systems in Brazil and in the world. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1-15.
- Basiri, M., Azim, A. Z., & Farrokhi, M. (2017). Smart city solution for sustainable urban development. *European Journal of Sustainable Development*, 6(1), 71-84.
- Campos, E. A. R., Pagani, R. N., Resende, L. M., & Pontes, J. (2018). Construction and qualitative assessment of a bibliographic portfolio using the methodology *Methodi Ordinatio*. *Scientometrics*, 116(2), 815-842.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. (2009), Smart cities in Europe. Paper presented at the conference III Central European Conference in Regional Science, CERS.
- Cavalcante, E., Cacho, N., Lopes, F., & Batista, T. (2017). Challenges to the Development of Smart City Systems:

- A System-of-Systems View. In *Proceedings of the 31st Brazilian Symposium on Software Engineering* (pp. 244-249). ACM.
- Chen, T. (2010). Smart grids, smart cities need better networks [Editor's Note]. *IEEE Network*, 24(2), 2-3.
- Eger, J. M. (2009). Smart growth, smart cities, and the crisis at the pump a worldwide phenomenon. *I-WAYS-The Journal of E-Government Policy and Regulation*, 32(1), 47-53.
- Giffinger, R., G., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities-ranking of european medium-sized cities. *Rapport technique*, Vienna Centre of Regional Science.
- Greco, I., & Cresta, A. (2015, June). A smart planning for smart city: the concept of smart city as an opportunity to rethink the planning models of the contemporary city. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 563-576). Springer, Cham.
- Hall, R. E., Bowerman, B., Braverman, J., Taylor, J., Todosow, H., & Von Wimmersperg, U. (2000). The vision of a smart city (No. BNL-67902; 04042). Brookhaven National Lab., Upton, NY (US).
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalaganam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16.
- Higgins, J. P., & Green, S. (Eds.). (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*.
- Hudson, L., Kortuem, G., Wolff, A., & Law, P. (2016). *Smart Cities MOOC: Teaching citizens how to co-create smart cities*.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(2004), 1-26.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, 51(1), 7-15.
- Kourtit, K., Nijkamp, P., & Arribas, D. (2012). Smart cities in perspective—a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation: The European journal of social science research*, 25(2), 229-246.
- Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47(1), 326-332.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137-149.
- Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llinàs, J., & Meléndez-Frigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 611-622.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269.
- Mori, K., & Christodoulou, A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental impact assessment review*, 32(1), 94-106.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, June). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times* (pp. 282-291). ACM.
- NHMRC. National Health and Medical Research Council. (2000). How to review the evidence: systematic identification and review of the scientific literature. Handbook series on preparing clinical practice guidelines.
- Okoli, C., & Schabram, K. (2010). *A guide to conducting a systematic literature review of information systems research*.
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109-2135.
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2018). TICs na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre Modelos de Transferência de Tecnologia. *Ciência da Informação*, 46(2).
- Rosswurm, M. A., & Larrabee, J. H. (1999). A model for change to evidence-based practice. *Image: The Journal of Nursing Scholarship*, 31(4), 317-322.
- Stadler, A., Arantes, E. C., Halicki, Z., & Safrater, G. H. (2017). Social responsibility in tourism cooperatives: proposal of a measurement model based on the VBA model. *Estudios Turísticos*, (211/212), 125-147.
- Salvador, R., Barros, M. V., Rosário, J. G. D. P. D., Piekarski, C. M., da Luz, L. M., & de Francisco, A. C. (2019). Life cycle assessment of electricity from biogas: A systematic literature review. *Environmental*

Progress & Sustainable Energy.

- Silva, V. L., Kovaleski, J. L., & Pagani, R. N. (2019). Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(5), 546-562.
- Thite, M. (2011). Smart cities: implications of urban planning for human resource development. *Human Resource Development International*, 14(5), 623-631.
- Thuzar, M. (2011). Urbanization in SouthEast Asia: Developing Smart Cities for the Future? *Regional Outlook*, 96.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.
- United Nations (UN). (2015). Sustainable Development Goals. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>. Access jan, 2019.
- Vaz, M., Macedo, L., Soares Junior, D., & Bittencourt, J. (2018). Usefulness of technological capacity evaluation for brazilian farmer stakeholders: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 10(4), 1036.
- Vu, K., & Hartley, K. (2018). Promoting smart cities in developing countries: Policy insights from Vietnam. *Telecommunications Policy*, 42(10), 845-859.
- Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N., & Nelson, L. E. (2009). Helping CIOs understand "smart city" initiatives. *Growth*, 17(2), 1-17.
- Zygiaris, S. (2013). Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 217-231.

7. Acknowledgments

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001".

Framework para criação de ambientes de inovação em órgãos de segurança pública no Brasil

Débora Vanessa Campos Freire
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
deborafreire@gmail.com

Ana Clara Cândido
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
ana.candido@ufsc.br

Resumo

Este trabalho visa criar um *framework*, através dos requisitos levantados em entrevistas, para apoiar o desenvolvimento ou melhoria de ambientes de inovação dentro de órgãos de Segurança Pública no Brasil, através de um método aplicado em um estudo de caso. Portanto, trata-se de uma pesquisa exploratória, utiliza dados primários e secundários, com o intuito de identificar os requisitos necessários para a construção de ambientes de inovação dentro dos órgãos de Segurança Pública no Brasil, com base na compreensão do contexto do sistema de atividades e na análise de tarefas relacionadas aos usuários e especialistas. Por fim, este trabalho aplicou técnicas e métodos para coleta de dados para auxílio da construção de ambientes de inovação em órgãos de Segurança Pública no Brasil, apresentando como resultado uma proposta de *framework*. O método foi aplicado para análise de tecnologias relacionadas à Comunicação Crítica, contudo, as técnicas e métodos propostos podem ser aplicados a outras tecnologias utilizadas em Segurança Pública.

Palavras chaves

Ambientes de Inovação; Segurança Pública; Tríplice Hélice da Inovação; Teoria da Atividade; Sistemismo.

1. Introdução

As organizações vivem o imperativo do desenvolvimento inovador. A amplitude do conceito de inovação permite afirmar a abrangência daquilo que é novo para a organização, novo para o mercado e novo para o mundo.

Os fatores que motivam as organizações a inovarem passam pelo aprimoramento das operações de forma eficiente e eficaz, a obtenção de vantagem competitiva e posição de liderança no mercado, ou até mesmo, para se adaptar ao ambiente na qual está inserida, entre outros.

De acordo com o Manual de Oslo (OECD, 2005), os tipos de inovação podem ser: produto, processo, organizacional e *marketing*, conforme serão explicitados em seções posteriores. Este trabalho tem como foco o estudo da inovação do tipo organizacional, visando a criação de ambientes de inovação dentro dos órgãos de Segurança Pública no Brasil.

Foram realizadas entrevistas (dados primários) com o intuito de verificar informações de suporte ao desenvolvimento de um ambiente de inovação para a Segurança Pública. Com base na compreensão do contexto do sistema de atividades e na análise de tarefas relacionadas aos

usuários e especialistas em tecnologias utilizadas no âmbito destes órgãos.

A partir dos dados coletados e com a visão de mundo do Sistemismo, este trabalho também propõe um sistema caracterizado por seu mecanismo e usando a construção lógica do CESM, para representar o problema por meio do ecossistema de inovação.

Os dados secundários, foram obtidos através de revisão sistemática de literatura (RSL), assim como, análise de questões relacionadas aos marcos legais no país e em como o governo e as empresas privadas exercem seus papéis dentro da tríplice hélice da inovação.

Através da utilização dos dados primários e secundários, o resultado deste estudo apresenta proposta de *framework* que contribua para a criação de ambientes de inovação nos órgãos de Segurança Pública no Brasil. Tendo, por consequência, as melhorias no atendimento para a população, através de ações que tenham impacto sobre a redução da criminalidade, com o uso de tecnologias geradas ou adotadas, a partir de um ambiente de inovação.

2. Procedimentos Metodológicos

O presente estudo é exploratório de natureza aplicada, utiliza dados primários e secundários. Os dados secundários foram obtidos através de RSL sobre o objeto de pesquisa. Na sequência, através de revisão bibliográfica, apresenta o suporte teórico da temática de Tríplice Hélice da Inovação e os *stakeholders* no contexto brasileiro, conteúdo a ser explicitado na próxima seção.

Para a obtenção de dados primários, foram aplicadas entrevistas a especialistas em tecnologia de radiocomunicação digital, utilizada para comunicações críticas (CC) em Segurança Pública e defesa. Esta tecnologia foi escolhida devido ao papel fundamental exercido para a realização das atividades desenvolvidas em Segurança Pública, tendo um papel único nas operações desenvolvidas por estes órgãos, segundo a GSMA (2018).

Através de metodologias aplicadas a análise de tarefas e Teoria da Atividade (TA), buscou-se melhor entendimento dos contextos, atores e sistema. Para a TA, o objeto se refere ao propósito da atividade humana em estudo e está orientada à satisfação de objetivos. O sujeito aborda a natureza individual e social da atividade e está relacionado a iniciativas para a satisfação do objetivo. As ferramentas são mediadoras do relacionamento entre sujeitos e objeto da atividade, podendo ser físicas ou conceituais.

Este trabalho aplicou as etapas 1 e 2 do método de Mwanza (2001), com contribuições de Mello & Neves (2018), para compreender os componentes e o contexto da atividade, assim como, para construção de um canvas, representando o Sistema de Atividades. As etapas são descritas abaixo.

Etapa 1: Modelagem da situação, através da aplicação de entrevistas com 10 especialistas, sujeitos da atividade em análise. Foram realizadas 14 perguntas que buscaram operacionalizar a TA, para o levantamento de requisitos. As perguntas utilizam a estruturação proposta por Mwanza (2001), sendo as oito primeiras adaptadas da pesquisa desta autora, a nona adaptada de Mello & Neves (2018) e as perguntas 10 a 14, contribuições dadas por este trabalho. As perguntas aplicadas foram: 1. Como descreveria a atividade de CC? 2. Qual o objetivo da CC? 3. Quem está envolvido na realização da CC? 4. Quais são os recursos ou meios utilizados para a realização da CC? 5. Quais são as normas sociais, regras ou regulamentos que influenciam, ou regem o desempenho da CC? 6. Qual o papel de cada indivíduo na CC e como se organizam? 7. Qual o ambiente em que a CC é realizada? 8. Qual é o resultado desejado ao realizar CC? 9. Se pudesse resolver qualquer aspecto relacionado à

atividade, o que seria? 10. Quais as principais dificuldades que você identifica no cenário atual brasileiro para a realização da CC? 11. Quais oportunidades você percebe no avanço de tecnologias para CC no Brasil e a possibilidade de parcerias com outros países? 12. Que implicações legais, econômicas e sociais você considera pertinentes nesta decisão de implementação de novas tecnologias para CC? 13. Qual a sua opinião sobre a possibilidade de interoperabilidade entre os órgãos de segurança pública através das tecnologias atuais e através do *Long Term Evolution* (LTE)? 14. Na sua opinião qual seria um modelo ideal para a CC no Brasil, considerando as tecnologias atuais e as que se apresentam como novas tecnologias?

Etapa 2: Construção de um diagrama em formato Canvas hexagonal, denominado por Mello & Neves (2018), como Canvas do Sistema de Atividades.

Etapa 3: Desenho de um sistema para representação do ecossistema de inovação, através da utilização do Canvas e dos conceitos do Sistemismo de Bunge (Bunge, 1980, 1985, 2003, 2005).

Etapa 4: Proposição de passos a serem seguidos para criação do ambiente de inovação.

3. Inovação: Breve contextualização teórica

Segundo a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD), através do Manual de Oslo (OECD, 2005, p. 55), “inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”.

A OCDE utiliza como base quatro tipos de inovação: produto, processo, *marketing* ou organizacional, sendo estas descritas a seguir. Neste trabalho, será abordada a inovação do tipo organizacional.

A organização pode ser considerada como um sistema que está inserido dentro de um ambiente com o qual interage, sendo um sistema aberto composto de partes interdependentes, também chamados de subsistemas (Ackoff, 1981; Emery & Trist, 1960), já os *stakeholders* ou atores, são todos os envolvidos no processo.

Os principais atores e o objetivo principal para se inovar diferem de acordo com o tipo de organização. Enquanto em empresas de pequeno porte o empreendedor é o ator principal, em uma média e grande organização, os atores principais dependerão da cultura organizacional.

Em entidades governamentais, por exemplo, inovar pode ter o objetivo central de melhorar os serviços prestados aos cidadãos.

A inovação organizacional faz referência aos estudos de inovação nas organizações, através da análise de quais condições externas e internas induzem a inovação, bem como, preocupa-se com a forma como ocorre o gerenciamento do processo de inovação dentro das organizações. Da mesma forma, como isto se reflete na conduta e nos resultados da organização, sendo entendida tanto como processo quanto como resultado.

Damanpour (2017) sugere uma sequência de decisões para contextualizar o que ele chama de antecedentes, que é o contexto para realizar estudos em inovação organizacional, conforme descrito abaixo.

- 1) Primeiro passo: identificar o tipo de organização, no contexto deste estudo, pode-se assumir ser organização pública.
- 2) Segundo passo: verificar quais fatores influenciam a geração e adoção de inovação, é

necessário também identificar se é uma organização geradora ou adotante da inovação, por exemplo, para o sistema de radiocomunicação digital, entende-se como organização adotante, pois, trata-se da adoção de tecnologia, porém, pode-se também considerar como geradora, pois, será necessário incorporar um processo ainda não existente dentro da corporação para utilização de uma nova tecnologia. Caso se opte por adotar algo já existente em outras instituições, será uma adoção, caso se entenda que o caminho da criação de um novo processo será a melhor opção, será o contexto de geração.

- 3) Terceiro passo: analisar o contexto para poder prever o processo de inovação e a capacidade organizacional de inovar continuamente.
- 4) Quarto passo: fazer a distinção entre os tipos de inovação, como tecnológico ou não tecnológico, radical ou incremental.
- 5) Quinto passo: analisar as características ambientais, organizacionais e gerenciais da organização.

Com relação ao segundo passo, a determinação se o órgão é adotante ou gerador da inovação, dependerá da sistematização da inovação. Por isto, deve-se ter entendimento do Sistema de Atividades para o qual a inovação será utilizada, com real entendimento dos atores, do meio para se atingir o objetivo ou objeto, e o objetivo final da atividade. Para isto, são aplicadas as etapas 1 e 2 da metodologia proposta neste estudo.

Com relação às capacidades organizacionais, Chesbrough (2003) escreve sobre classes de fatores que afetam o que uma organização pode ou não fazer, sendo estes: recursos, processos e valores. Recursos podem ser funcionários, clientes, equipamentos, dentre outros. Já os processos mais importantes a serem examinados são os que apoiam a tomada de decisão de investimento. Os valores são os critérios pelos quais são realizadas as prioridades sobre as decisões. Esta análise da estrutura, necessárias para o terceiro e quinto passos, podem ser auxiliadas através da análise do sistema proposto, etapa 3 da metodologia, como também, através do *framework* proposto, etapa 4 da metodologia, utilizado em comparação com a estrutura existente no órgão.

3.1. Tríplice Hélice da Inovação

A Tríplice Hélice da Inovação, segundo Etzkowitz & Zhou (2017, p. 24), corresponde a um “modelo de inovação em que a universidade/academia, a indústria e o governo, como esferas institucionais primárias, interagem para promover o desenvolvimento por meio da inovação e do empreendedorismo”. Esta interação busca promoção do desenvolvimento econômico e social, através das indústrias; do governo como regulador e fomentador; das universidades, como parceiros para o desenvolvimento da tecnologia. Nasce da interação entre diferentes instituições, no intuito da geração de novas estruturas em forma de rede, propícias para a inovação.

Desta forma, a universidade passa a adotar um formato empreendedor com ações que vão além das já praticadas em ensino e pesquisa, para a prática de ações relacionadas ao que se conhece como segunda revolução acadêmica que transcende a primeira revolução, que colocou a universidade como instituição legitimada de missão acadêmica. O desenvolvimento interno destas instituições se volta também para a estruturação de grupos de pesquisa com formatos de “quasi-empresas” ligadas à inovação baseada no conhecimento (Etzkowitz & Zhou, 2017).

As universidades oferecem sua capacidade de gerar novos conhecimentos para o

governo e indústrias, cobrando por este serviço, podendo, desta forma, reinvestir na própria universidade.

Na tríplice hélice, a universidade é a grande fonte de empreendedorismo e inovação, sendo esta a grande diferença do conceito utilizado no século XVIII, considerando apenas indústria e governo. Já as interações entre os elementos das hélices são essenciais, as agências de governo, por exemplo, precisam legitimar a relação academia – indústria (Leydesdorff & Etzkowitz, 1996).

É um modelo que necessita de ações colaborativas entre as esferas institucionais e o apoio de políticas públicas, tendo o governo como um aliado para a ciência, deixando esta de ser algo que apenas consumia recursos da sociedade e transformando-se em uma força produtiva, capaz de gerar receitas através do conhecimento.

Já as empresas, podem ser vistas como as entidades que irão transformar o conhecimento em atividade econômica, podendo ser *startups*, incubadoras, indústrias, entre outros formatos, atuando em uma região e contando com o apoio de outras entidades, como o governo local e associações empresariais. Podendo existir alianças estratégicas entre empresas distintas, como empresas que competem, mas também cooperam entre si de forma a torna-se mais competitiva diante de concorrências acirradas, como as dos produtos vindos da China, por exemplo.

A tríplice hélice, através da interação entre a universidade, empresa e governo, possibilita ampliação das formas e tipo de inovação, devido à interação entre estas esferas institucionais, possibilitando a criação de novos formatos organizacionais que se adequem à inovação e não o contrário. Desta forma, pode-se concluir que, é um sistema dinâmico, que não está preso a arranjos imutáveis, podendo adaptar-se e transformar-se, passando a ter uma estrutura em construção contínua, tendo a universidade como núcleo e o conhecimento como base.

No objeto de estudo deste trabalho, o governo necessita realizar políticas públicas que viabilizem a adoção ou desenvolvimento da inovação, sendo estas políticas denominadas governança, que é a prática da autoridade, controle, e administração pelo governo, sendo a maneira pela qual o poder é exercido para a administração dos recursos sociais e econômicos de um país. Esta governança é traduzida na capacidade dos governos em planejar, formular e implementar políticas para a administração dos recursos (DINIZ, 1995).

4. Resultados: construção da representação do ecossistema de inovação

A partir da análise das entrevistas, este estudo focou na atuação do governo dentro da tríplice hélice, com atuação tanto como regulador quanto como fomentador da inovação. Através do Canvas abaixo, pode-se verificar que as instituições governamentais e ações desempenhadas por estes, encontram-se no campo da mediação para que a atividade relacionada a tecnologia ocorra, ou seja, para que os sujeitos/atores deste sistema de atividades, executem o objetivo da atividade, que, para o Sistema de Atividades avaliado, pode ser resumido como: prover estrutura que viabilize comunicações críticas de forma segura, eficaz, eficiente e ininterrupta.

Diagrama 1 – Canvas Sistema de Atividade Comunicação Crítica



Fonte: Extraído de Freire (2019)

No papel do governo, possuem importância fundamental no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), responsável pela formulação e implementação da Política Nacional de Ciência e Tecnologia, bem como, o Ministério da Justiça, responsável por todos os órgãos federais de policiamento. A reestruturação em 2019 do Ministério da Justiça, previu, a criação da Secretaria de Operações Integradas, que pretende integrar a operação, a inteligência e as redes dos órgãos de segurança.

Na mesma linha de atuação, a Lei n.º 13.675 (Brasil, 2018b) prevê que as instituições de segurança federais, distritais, estaduais e municipais deverão atuar em operações combinadas, ações estas que necessitarão de ferramentas e processos inovadores para serem viabilizadas. Também se destaca a SENASP, órgão responsável pela política de segurança pública no país, com atribuições descritas em Ministério da Justiça e Segurança Pública (2017).

Os órgãos que executam o controle dos gastos públicos também são necessários para a construção deste ambiente, portanto, a Advocacia-Geral da União (AGU), responsável pela representação, fiscalização e controle jurídicos da União, deve assumir este papel fiscalizador no âmbito federal e as controladorias estaduais, no âmbito estadual.

Além disto, a organização que demanda a inovação pode ser pública, tendo atuação, neste caso, como fomentadora da inovação, parceira da academia e da indústria, realizando a compra obedecendo à Lei 8666/1993, Brasil (1993). Ou ainda, através da encomenda tecnológica, possível através da Lei 10.973/2004, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica (Brasil, 2004, 2005) e pelo Decreto 9.283/2018, que regulamenta a Lei n.º 10.973, estabelecendo medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica.

Dentro de uma organização pública, o governo também exerce vínculo funcional com os servidores públicos, no caso de um órgão federal, o vínculo é regido pela Lei 8112/90 (Brasil, 1990). Podendo estes servidores ocuparem papéis importantes para a decisão tecnológica, como usuários, especialista e gestores.

Os gestores possuem importância fundamental na inovação. Na medida em que devem identificar oportunidades, além de, direcionar recursos e ações dentro da empresa para o processo de inovação. Segundo Grant (2016), dentro da organização, muitas vezes a escolha de boas ideias pode ser mais importante que a geração de novas, e esta escolha também recai sobre os gestores.

Os especialistas atuam também para o desenvolvimento ou adoção de novas tecnologias, portanto, um agente de inovação dentro da organização, podendo, inclusive, ter atuação no Comitê Técnico, previsto no artigo 27, inciso 5.º do decreto 9.283/2018, contribuindo para o capital intelectual do órgão (Brasil, 2018a).

As relações entre os especialistas, usuários e equipamentos da tecnologia, assim como, das entidades: universidade, empresas, governo e sociedade, podem ser representadas através de um sistema, baseado no sistemismo de Bunge, utilizando o modelo CESM. Silva, Vianna, & Kern (2016, p. 14) resumem em sete regras metodológicas gerais a abordagem de problemas realizadas através do CESM, sendo estas: a) colocartodofatosocial em seu contextomaisamplo(ousistema); b) dividircada sistema em sua composição, ambiente e estrutura; c) distinguir os vários níveis de sistema e exibir suas relações; d) procurar ou conjecturar os mecanismos; e) verificar a hipótese ou teoria mecanísmica manipulando experimentalmente as variáveis referidas; f) preferir hipóteses, teorias e explicações mecanísmicas (dinâmicas) às fenomenológicas (cinemáticas) e aos modelos de equilíbrio e descrições de dados; g) em caso do mau funcionamento do sistema, examinar todas as quatro

fontes possíveis (C, E, S, M) e tentar reparar o sistema alterando algumas ou todas as fontes.

Utilizando-se dos conceitos do sistemismo, aliados aos dados representados no canvas, construiu-se o sistema representado na Figura 1, que possibilita uma visualização do ecossistema de inovação, etapa 3 da metodologia proposta.

Os componentes do sistema são os sujeitos e ferramentas do canvas, onde cada sujeito deve ser representado, e as ferramentas podendo ser representadas por um único elemento. Os componentes são: usuários (Agentes de Segurança); especialistas; e ferramentas (Sistemas e Equipamentos de Radiocomunicação). O ambiente são itens externos que atuam ou sofrem ação de algum componente, sendo identificados no campo ‘divisão de trabalho’ do canvas, agrupando os itens deste campo, tem-se o Quadro 1, onde foram identificados 4 grupamentos.

Quadro 1 - Ambiente do modelo CESM.

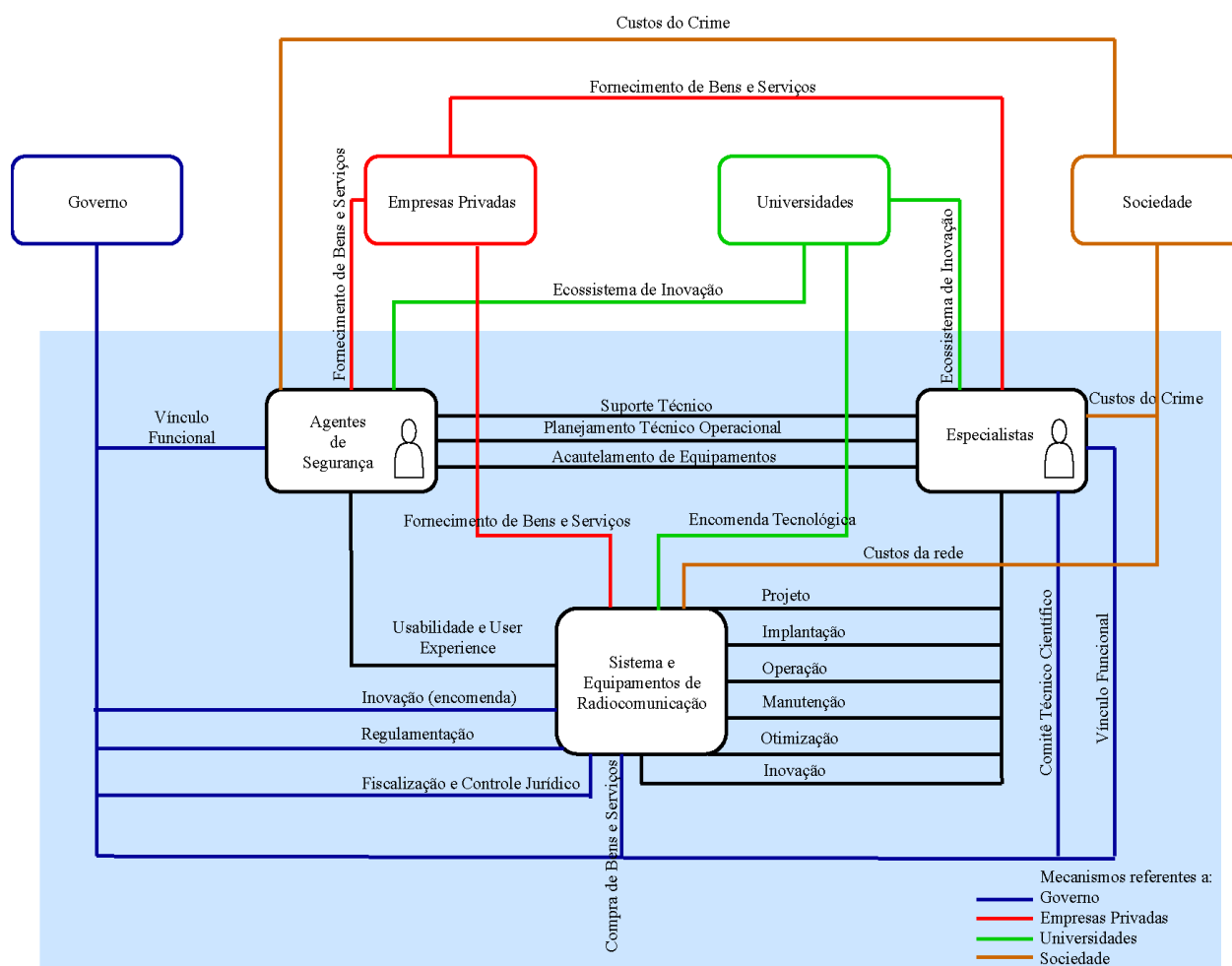
Canvas, campo ‘divisão de trabalho’	Grupamentos - Ambiente
Pesquisadores	Universidades
Gestores; usuário coordenador da operação; usuário agente; corpo técnico; posto diretor da rede; gestor técnico da rede; CICCR; assessoria jurídica do órgão, município, estado ou federação; ANATEL; ministério da segurança pública; órgãos de segurança e defesa.	Governo
Fabricantes	Empresas Privadas
Qualquer do povo	Sociedade

Fonte: Extraído de Freire (2019).

As estruturas são as ligações entre componentes e entre estes e o ambiente, ou seja, na Figura 1 são representadas pelas linhas que ligam as caixas. Já os mecanismos são os processos que atuam sobre as transformações, representados através das relações entre estes elementos.

Estes mecanismos podem ser encontrados nos campos regras e divisão de trabalho do canvas, com auxílio dos campos objeto, comunidade e ferramentas, para entendimento do Sistema de Atividades de maneira ampla.

Figura 1 – Sistema proposto para Segurança Pública



Fonte: Extraído de Freire (2019).

5. Resultados: construção de ambientes de inovação dentro dos órgãos públicos

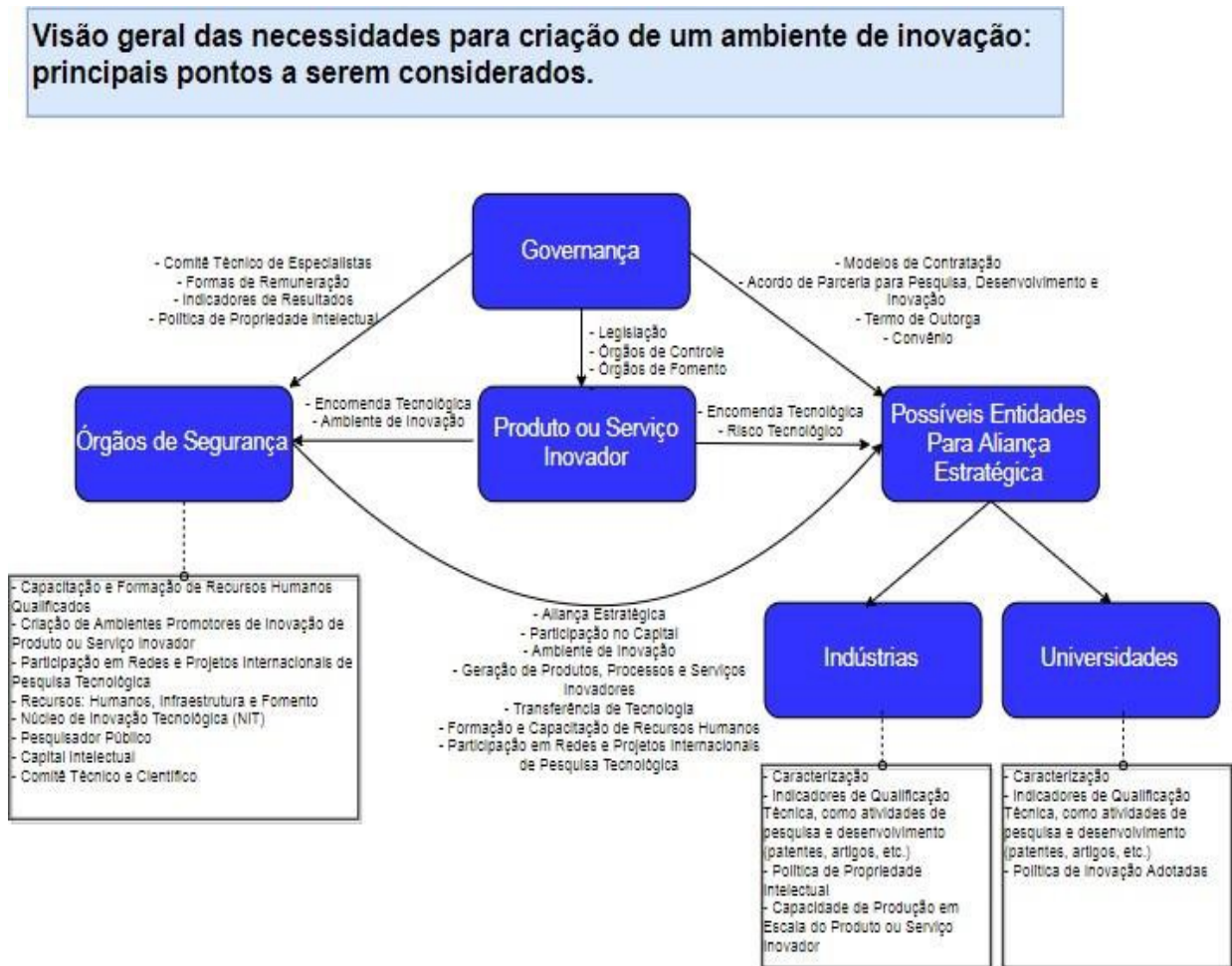
Em regra, órgãos públicos não desenvolvem produtos e serviços inovadores, ficando restritos, para atendimento de suas demandas, aos produtos e serviços já existentes no mercado. A criação de um ambiente de inovação, dentro da estrutura governamental, pode trazer diversas vantagens, como, por exemplo: desenvolvimento de processos, produtos ou serviços melhor adaptados as necessidades dos órgãos, possibilitando uma atuação com maior eficiência.

No Brasil, os marcos legais da Ciência Tecnologia e Inovação (CTI) são: Emenda Constitucional n.º 85/2015 (Brasil, 2015), lei 13.243/2016 (Brasil, 2016) e Decreto 9.283/2018 (Brasil, 2018a). Já no âmbito da Segurança Pública, a criação do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP), instituído pela Lei n.º 13.675/2018 (Brasil, 2018b), representa um passo importante para a criação de ambientes de inovação no âmbito destes órgãos.

5.1. Passos para criação do ambiente de inovação dentro de um órgão de Segurança Pública

As legislações citadas no marco legal, fazem parte da governança, indicando os pontos que devem ser considerados para a criação do ambiente, alguns destes pontos estão listados na Figura 2.

Figura 2 – Visão geral das necessidades para criação do ambiente de inovação.



Fonte: Elaboração própria.

Resumindo algumas ações necessárias em passos, tem-se:

- 1) Verificar se o órgão pertence à administração pública direta, autárquica ou fundacional, ou se é uma agência reguladora, ou agência de fomento, pois, apenas estes órgãos podem fazer alianças estratégicas.
- 2) Definição do objeto, com descrição da natureza do problema técnico; formação do Comitê Técnico de Especialistas (CTE), sendo parte dos recursos humanos do órgão.

A definição do objeto deve ter a descrição de forma ampla do produto, processo ou serviço inovador que deverá ser desenvolvido, com descrição comparativa da complexidade da solução com relação às soluções já existentes no mercado, detalhando porque estas não atendem o órgão e o que deve ser desenvolvido para que a administração pública seja atendida.

O CTE é habilitado a desempenhar atividades de pesquisa e desenvolvimento, tendo funções de assessoramento na definição do objeto da encomenda tecnológica; escolha do contratado; monitoramento da execução contratual; auditorias técnicas e financeiras e demais funções previstas em Brasil (2018a).

3) Buscar instituição científica, tecnológica e de inovação (ICT), para a criação de alianças estratégicas.

ICTs são órgãos ou entidades da administração pública, ou entidades privadas sem fins lucrativos, que tem como missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico, ou tecnológico.

4) Definição da forma de remuneração da encomenda tecnológica.

Os órgãos podem utilizar variadas modalidades de remuneração, visando compartilhar o risco tecnológico, desde que devidamente motivada nos autos do processo, o decreto n° 9.283, em seu artigo 29, incisos de 3 a 13, especifica detalhes para aplicação no caso concreto.

5) Definição dos indicadores e das medições destes.

Com relação aos indicadores de resultado, as ICTs deverão prestar informações ao MCTIC sobre os indicadores de desempenho de ambientes promotores da inovação, sendo isto cláusula obrigatória do instrumento, em caso de dispensa de licitação, previsto no art. 24, caput, da Lei n.º 8.666 (Brasil, 1993).

Na seção II do decreto 9.283, Brasil (2018a), detalha como devem ser realizados o monitoramento e avaliação, através de indicadores estabelecidos e aprovados no plano de trabalho, devendo existir uma comissão de avaliação, “composta por especialistas e por, no mínimo, um servidor ocupante de cargo efetivo ou emprego permanente do quadro de pessoal da administração pública; ou servidor, ou empregado público designado, com capacidade técnica especializada na área do projeto a ser avaliado” (Brasil, 2018a, p. 10).

Com relação à prestação de contas, após encerrado o instrumento, a prestação final deverá ser enviada pelo responsável do projeto no prazo de até 60 dias, prorrogáveis por mais 60. Devendo conter, entre outros, a “descrição das atividades desenvolvidas para o cumprimento do objeto” (Brasil, 2018a, p. 10).

1) Definição das políticas de propriedade intelectual.

Deverão ser previstas, em instrumento jurídico específico, as questões relativas à “titularidade da propriedade intelectual e à participação nos resultados da exploração das criações resultantes da parceria” (Brasil, 2018a, p. 10), devendo definir “a titularidade ou o exercício dos direitos de propriedade intelectual resultante da encomenda e poderão dispor sobre a cessão do direito de propriedade intelectual, o licenciamento para exploração da criação e a transferência de tecnologia, observado o disposto no § 4.º e no § 5.º do art. 6.º da Lei n.º 10.973, de 2004” (Brasil, 2018a, Art. 30).

Vale salientar que, de acordo com o Art. 30 § 3.º (Brasil, 2018a, p. 10), “A transferência de tecnologia, a cessão de direitos e o licenciamento para exploração de criação cujo objeto interesse à defesa nacional observarão o disposto no § 3.º do art. 75 da Lei n.º BRASIL (15 de maio de 1996)”. Tratando-se de órgãos de segurança pública, provavelmente muitas das encomendas tecnológicas desenvolvidas se encaixarão como interesse nacional.

2) Definição de que indicadores serão considerados para a escolha das entidades da aliança estratégica.

Para o caso de indústria, podem ser, por exemplo, indicadores que demonstrem experiência em atividades de pesquisa e capacidade de produção em escala. Já para as universidades, os indicadores importantes podem ser, por exemplo, os que demonstrem experiência em atividades de pesquisa.

3) Escolha do modelo do ambiente de inovação.

Para a escolha do modelo do ambiente de inovação, deverão ser considerados alguns pontos, como, por exemplo, quais serão os objetivos, podendo ser, a capacitação e formação de recursos humanos qualificados; a criação de ambientes promotores de inovação; entre outros.

Deve-se verificar como estes objetivos poderão ser atingidos. O artigo 219-A da Constituição Federal (Constituição, 1988), prevê, por exemplo, “(...) compartilhamento de recursos humanos especializados e capacidade instalada, para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação, mediante contrapartida financeira ou não financeira, assumida pelo ente beneficiário, na forma da lei”. Já o artigo 219-B, dispõe sobre o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), onde cita que será organizado em regime de colaboração entre entes públicos e privados, portanto, entende-se que recursos humanos e de infraestrutura podem ser compartilhados.

Portanto, a escolha do ambiente, passa necessariamente pela escolha do objeto e das definições do que é necessário para atingir o objeto, o que pode influenciar na escolha das entidades que farão parte da aliança estratégica. De acordo com o artigo 6º do Decreto 9.283/2018, (Brasil, 2018a, p. 10), a administração pública pode realizar “cessão de uso de bem público; participar da criação e da governança de ambientes de inovação – respeitada a segregação de funções; conceder financiamento, subvenção econômica, apoio financeiro e incentivos fiscais”. Os artigos 19 da Lei n.º 10.973/2004 e artigo 19 do decreto 9.283/2018 definem os instrumentos possíveis, como, por exemplo, encomenda tecnológica, e concessão de bolsas e incentivos fiscais (Brasil, 2005, 2018a).

4) Definição do modelo de contratação da ICT com as entidades da aliança estratégica.

Este modelo de contratação pode ser através de termo de outorga, acordo de parceria ou convênio. Deve conter especificações como titularidade da propriedade intelectual; participação nos resultados das criações resultantes da parceria; entre outros.

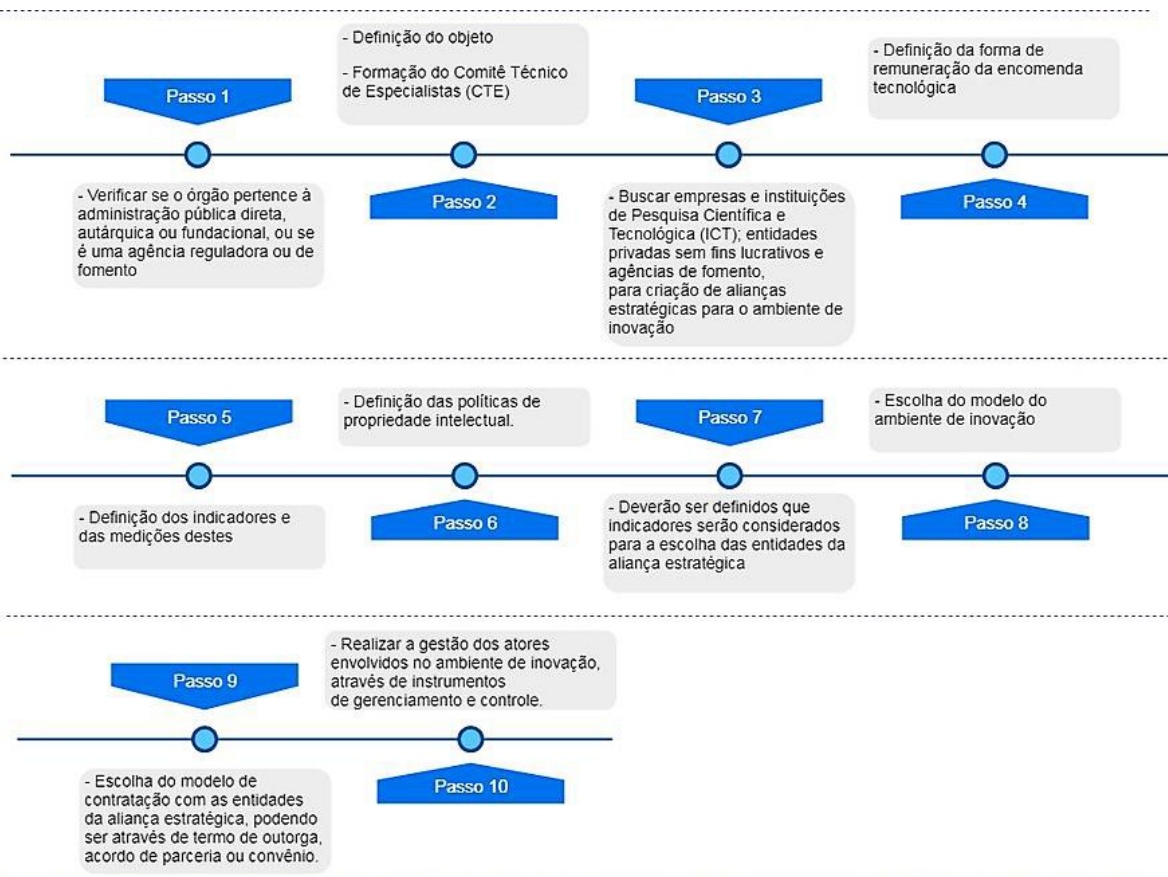
A celebração do contrato deverá ser realizada com aprovação prévia do projeto; elaboração do cronograma físico-financeiro com etapas da execução do projeto inclusas; com os métodos e os meios indispensáveis para a fiscalização e acompanhamento do projeto, com informação, por exemplo, dos resultados parciais, visando medição do cumprimento dos objetivos acordados.

Para encomendas tecnológicas, as cláusulas contratuais também devem prever possibilidades de resultados diversos do objetivo inicial, o risco tecnológico que deverá definir a razoabilidade, através de uma previsibilidade mínima definida pelo CTE, através do levantamento do estado da arte da área de conhecimento, facilitando uma avaliação correta dos riscos da encomenda.

5) Gestão dos atores envolvidos no ambiente de inovação.

Esta gestão pode ser através de instrumentos de gerenciamento e controle, como, por exemplo, acompanhamento do projeto, prestações de contas, entre outros. O Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), pode auxiliar nesta gestão, de acordo com o artigo 2º da Lei 10.973/2004, o NIT é uma “estrutura instituída por uma ou mais ICTs, com ou sem personalidade jurídica própria, que tenha por finalidade a gestão de política institucional de inovação e por competências mínimas as atribuições previstas nesta Lei” (Brasil, 2005).

Figura 3 – Resumo dos passos para criação de um ambiente de inovação.

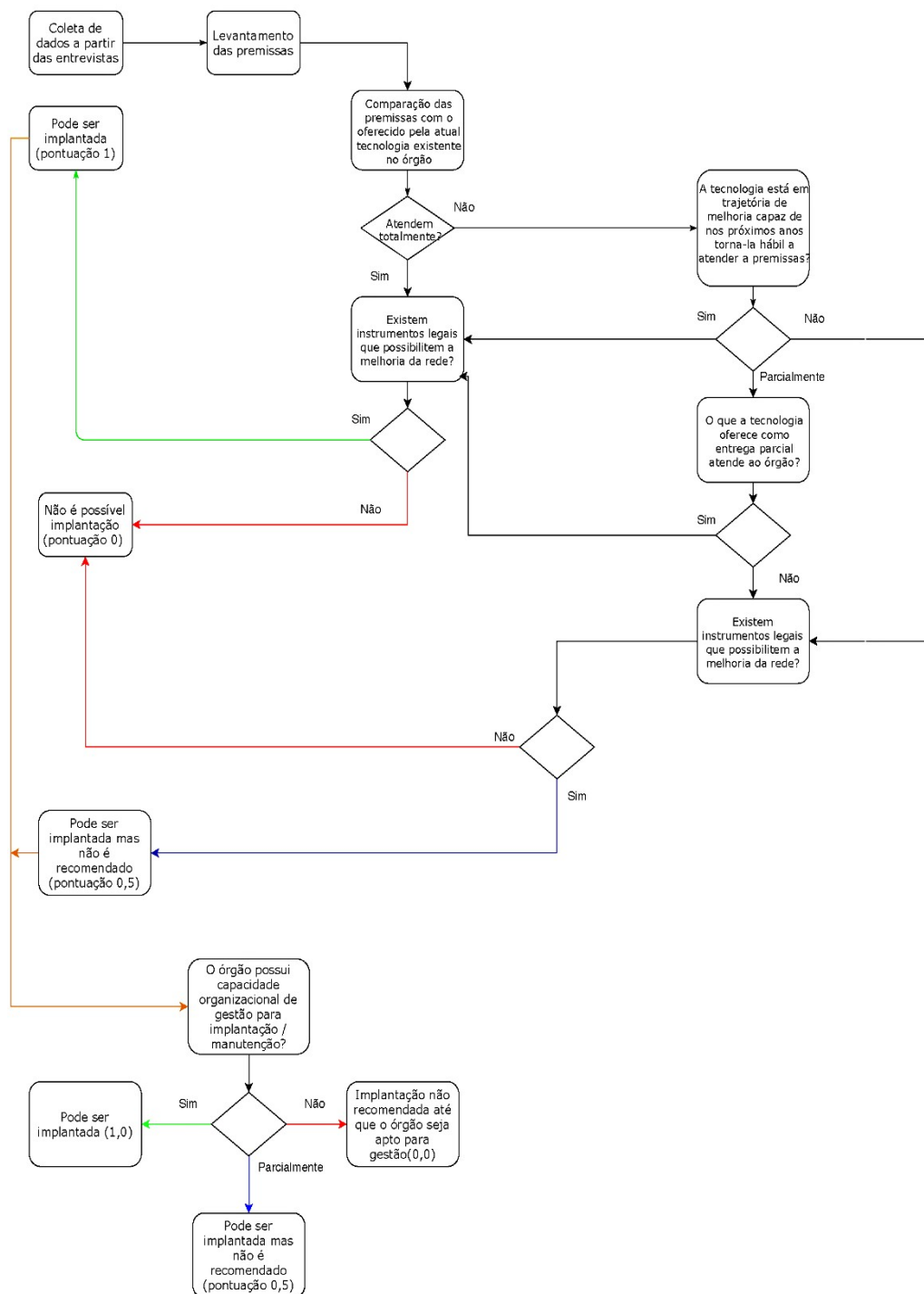


Fonte: Elaboração própria.

5.1.1. Análise de cenários

Por fim, para auxílio na escolha da melhor opção entre diferentes tecnologias, recomenda-se que o governo seja analisado tanto como regulador quanto como fomentador. O algoritmo abaixo visa facilitar esta análise, através da atribuição de pesos para uma comparação objetiva, tendo pontuação máxima igual a 2, desta forma, a tecnologia com maior possibilidade de ser uma inovação bem-sucedida, dentro desta análise, será o que apresentar pontuação mais próxima da máxima.

Figura 4 – Algoritmo para análise do governo mediante diferentes cenários de inovação.



Fonte: Elaboração própria.

6. Discussão, análise e conclusão

Os resultados apresentados oferecem dados que auxiliam na identificação do contexto que a organização está inserida. Para o sistema de atividades, são identificados quais são os atores, os meios e o objetivo da atividade. As entrevistas também possibilitam melhor entendimento dos anseios por parte dos especialistas, com relação ao que uma nova tecnologia deve abranger.

Com isto, pode-se identificar que tipo de inovação é necessária para a organização, bem como, avaliar se com a tecnologia atualmente utilizada consegue-se atender as demandas, necessitando apenas de inovações incrementais para atender os objetivos da organização, ou, se realmente será necessário o desenvolvimento ou adoção de uma nova tecnologia.

O objetivo do Sistema de Atividades ajuda a identificar qual a finalidade que a tecnologia deve possuir, o que auxilia na identificação do objetivo da inovação; na construção do ambiente de inovação mais adequado, bem como, na identificação da finalidade da tecnologia no órgão. Com relação aos sujeitos, provavelmente, estes serão os envolvidos, para o caso de adoção ou criação de inovação dentro da organização, dependendo da estrutura organizacional da empresa.

Os campos regras, comunidade e divisão de trabalho, fornecem importantes elementos para entendimento de quais entidades podem ser importantes na criação da tríplice hélice da inovação, e como seria a atuação destes. Estes campos também auxiliam no entendimento da estrutura organizacional da empresa, facilitando a identificação do contexto desta estrutura, para, possibilitar a previsão do processo de inovação e a capacidade organizacional de inovar continuamente. Já os dados contidos na área “ferramentas”, viabilizam um olhar sobre possíveis elementos alvos da inovação, podendo ser alguns destes, ou todos.

Por fim, este trabalho aplicou técnicas e métodos para coleta de dados para auxílio da construção de ambientes de inovação em órgãos de Segurança Pública no Brasil. Considerando os requisitos dos especialistas e usuários, como sujeito/atores do Sistema de Atividades, utilizando TA operacionalizada através de análise de tarefas e atividades, apresentando como resultado, uma proposta de framework. O método foi aplicado para análise de tecnologias relacionadas à Comunicação Crítica, contudo, as técnicas e métodos propostos podem ser aplicados a outras tecnologias utilizadas em Segurança Pública.

7. Referências

- Ackoff, R. L. (1981). *Creating the corporate future*. New York: John Wiley.
- Brasil. (15 de maio de 1996). Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996. *Diário Oficial da União*. Brasil. (1990, dez.). Lei n.º 8.112, de 11 de dezembro de 1990. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (1993, jun.). Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2004, dez.). Lei 10.973 de 2 de dezembro de 2004. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2005, Mar.). Lei n.º 10.973, retificada em 16 de março de 2005. *Diário Oficial da União*. Brasil. (2015, Fev.). Emenda Constitucional n.º 85. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2016, Jan.). Lei n.º 13.243, de 11 de Janeiro de 2016. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2018a, Fev.). Decreto 9.283. *Diário Oficial da União*. Brasil. (2018b, Jun.). Lei n.º 13.675. *Diário Oficial da União*.
- Bunge, M. A. (1980). Treatise on Basic Philosophy (Vol.4). Ontology II. A World of Systems. *Behavioral Science*, 25, 166 – 168.
- Bunge, M. A. (1985). *Racionalidad y Realismo*. Madrid: Alianza.
- Bunge, M. A. (2003). *Emergence and convergence: qualitative novelty and the unity of knowledge*. Toronto: University of Toronto.

- Bunge, M. A. (2005). *Diccionario de filosofía* (3rd ed.). Buenos Aires: Siglo XXI.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business Press.
- Christensen, C. M. (2011). *O Dilema Da Inovacao. Quando As Novas Tecnologias Levam As Empresas Ao Fracasso* (1st ed.). MBOOKS.
- Constituição. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm
- Damanpour, F. (2017). *Organizational Innovation*. Disponível em <http://negocios.udd.cl/files/2017/10/Fariborz-Damanpour-2017-Organizational-Innovation.pdf>
- Mello, A. C. B. de, & Neves, A. M. M. das (2018). Eliciting Requirementst for Digital Systems Using Activity and Task Analysis. In I. A. for Development of the Information Society (IADIS) (Ed.), *Multiconference on computer science and information systems* (pp. 329–333). Madrid: IADIS Press.
- Diniz, E. (1995). Governabilidade, Democracia e Reforma do Estado: Os Desafios da Construção de uma Nova Ordem no Brasil dos Anos 90. *Revista de Ciências Sociais. Rio de Janeiro*, 38(3), 385 – 415.
- Emery, F. E., & Trist, E. L. (1960). Socio-technical system. *Management science: Models and techniques*, 83 – 97.
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2017, Ago.). Hélice Triplíce: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. *Estudos Avançados*, 31(90), 23– 48.
- Fagerberg, J., Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (2005). *The Oxford handbook of innovations*. Oxford: Oxford University Press.
- Freire, D. V. C. (2019). *Proposta de Metodologia de Avaliação Tecnológica para Comunicações Críticas* (Mestrado em Ciência da Informação). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- Grant, A. (2016). *Originals*. New York: Viking.
- GSMA. (2018). *Network 2020: Mission Critical Communications* (Rel. Tec.). Disponível em: <https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2017/02/767-Mission-critical-communications-low-res.pdf>
- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1996, Out). Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations. *Science and Public Policy*, 23(5), 279 – 286.
- Ministério da Justiça e Segurança Pública / Gabinete do Ministro. (20/12/2017, Dez). Portaria nº 1.185 de 20 de Dezembro de 2017. *Regimento Interno da Secretaria Nacional de Segurança Pública* (145, seção 1), 93–107. Disponível em: <http://www.justica.gov.br/Acesso/institucional/sumario/regimento/senasp/regimento-senasp-portaria-1185-2017.pdf>
- MOORE, J. E. (2006). Business ecosystems and the view from the firm. *The Antitrust Bulletin*, 51(1). Mwanza, D. (2001). Where Theory meets Practice: A Case for an Activity Theory based Methodology to guide Computer System Design. In M. Hirose (Ed.), *Proceedings of interact'2001: Eighth ifip tc 13 international conference on human-computer interaction*. Tokyo, Japan: IOS Press Oxford, UK.
- National Research Council. (2007). *Innovation policies for the 21st century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. (2005). *Manual de Oslo Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação*. OCDE, Eurostat e Financiadora de Estudos e Projetos.
- Sawatani, Y., Nakamura, F., & Sakakibara, A. (2007). Innovation patterns. *IEEE international conference on services computing (SCC 2007)*, 427 – 434.
- Silva, L. M., Vianna, W. B., & Kern, V. M. (2016, mai/ago.). O sistemismo de Bunge como base teórico-metodológica para pesquisa em Ciência da Informação. *Em Questão*, 22(2), 140 – 164.
- Teixeira, C. S., Trzeciak, D. S., & Varvakis, G. (2017). *Ecossistema de Inovação: alinhamento conceitual*. Florianópolis: Perse.

Percurso *Bottom-Up* e *Top-Down* de uma iniciativa de inovação social em expansão

Carolina Beltrão de Medeiros
Fundação Joaquim Nabuco, Brasil
carolina.beltrao@hotmail.com

Carla Regina Pasa Gómez
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
carlapasagomez@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo principal apresentar uma análise da trajetória de expansão de uma iniciativa de inovação social, originada a partir da mobilização de um grupo pequeno de atores locais, tendo sido expandida até tornar-se uma iniciativa institucionalizada e ampliada. A natureza do estudo é qualitativa e para a análise dos dados coletados foi utilizado o Modelo Teórico da Expansão de Iniciativas de Inovação Social (Medeiros, 2018). A discussão dos dados possibilitou inferir que a expansão da iniciativa de inovação social estudada, além de proporcionar uma abordagem *top-down* ao processo, com regras e fluxos bem definidos, continua tendo um componente de influência *bottom-up*, uma vez que os atores organizacionais envolvidos, em contato direto com os atores sociais das localidades, absorvem novas práticas para melhorias na execução da iniciativa nos territórios, onde necessitam muitas vezes de tratamentos operacionais diferenciados, e concedem este retorno em formato de aprendizado tácito aos atores institucionais. Desta forma, mesmo institucionalizada, a iniciativa de inovação social tem que se adaptar às especificidades dos territórios onde é implementada, gerando mudanças nas relações de poder ao capacitar os atores locais e disseminando novas práticas sociais nestas localidades.

Palavras-chave:

Inovação social. Transformação social. Mudança sistêmica.

1. Introdução

Iniciativas de inovação social (IS), de forma geral, podem ser consideradas como vetores de indução a mudanças sociais positivas (Murray, Caulier-Grice & Mulgan, 2010). Nesta acepção, o termo “social” vem percebido como uma construção social (Turker & Vural, 2017) em resposta a pressões da sociedade civil para melhoria do bem-estar humano e ambiental, visando à satisfação de necessidades não atendidas pelo Estado ou pelo mercado. Sendo assim, a IS não deve se manifestar necessariamente apenas no nível de interação e prática social, mas pode apresentar-se de forma concreta, como um novo produto ou uma nova tecnologia (Choi & Majumdar, 2015) e, seguindo os preceitos da inovação aberta, pode atender à sociedade numa perspectiva mais ampla e não apenas a determinados grupos de atores ou empreendedores sociais.

Estudar inovação social requer considerar que o contexto territorial é fundamental (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2011) tanto para o estabelecimento de premissas adotadas quanto para a análise dos problemas e soluções,

pois aquilo que é prioritário para o bem-estar em um território pode diferir em relação a outros. Além disso, considera-se que existe uma singularidade de cada processo de desenvolvimento das iniciativas de IS, que está no fato de que cada território tende a agir e reagir de forma única, em parte por conta das especificidades de sua cultura, além da questão dos atores envolvidos, que diferem em relação aos contextos específicos onde a IS poderá ser desenvolvida.

As respostas das iniciativas de IS, que vão inicialmente do atendimento aos problemas sociais, até o empoderamento da sociedade civil (Cajaiba-Santana, 2014), trilharam o caminho de novas formas de pensamento e de organização para os contextos onde atuam, projetando novas configurações relacionais (Have & Rubalcaba, 2016), uma vez que o Estado tem buscado como estratégia estar alinhado a entidades do terceiro setor e setor empresarial como forma inovadora de produzir bens públicos (Tulder, Seitanidi, Crane & Brammer, 2016).

Os pesquisadores do Bureau of European Policy Advisers [BEPA] (2010) consideram que as iniciativas de IS que se expandem, tomando como ponto de partida para seu percurso atividades de indivíduos e/ou grupos autônomos que passam a funcionar de forma ampliada em sua comunidade, podem ser consideradas como um exemplo de abordagem *bottom-up* da inovação social. Por outro lado, as iniciativas de IS que se expandem tomando como ponto de partida para seu percurso um ator externo, que pode ser o governo ou uma organização não-governamental, por exemplo, são consideradas como *top-down*.

Sob a perspectiva de entendimento de BEPA (2010), as iniciativas de IS podem acontecer num contexto territorial apresentando percursos tanto de forma *bottom-up* quanto *top-down*, o importante é que elas aconteçam e atinjam os seus objetivos de promoção de bem-estar e empoderamento. Isto porque seria um risco confinar a inovação social somente às iniciativas de base.

Desta forma, pode acontecer que uma iniciativa de IS seja iniciada como um projeto de base e, a partir de seu movimento de expansão, torne-se uma iniciativa orientada por referenciais externos e que seja institucionalizada, representando um caso de uma iniciativa que se inicia como *bottom-up*, mas que, ao expandir-se, passa a apresentar configuração *top-down*. Um exemplo deste caso mencionado é o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), que foi desenvolvido com o objetivo de gerar valor social, inicialmente por grupos de indivíduos que procuravam resolver um de seus problemas na região semiárida brasileira, a falta de água regular para os domicílios dos habitantes desta região.

O P1MC foi criado em 1999, tendo sido inicialmente desenvolvido por pequenas comunidades da região e depois adotado como projeto pela rede Articulação Semiárido Brasileiro (ASA Brasil), que congrega mais de três mil organizações da sociedade civil. Após sua difusão na região semiárida como uma inovação baseada na política da estocagem da água, utilizando-se de uma tecnologia social (cisternas de placa, apresentadas na Figura 1) e de cursos de formação para as famílias responsáveis pela construção e manutenção de cada cisterna, tornou-se uma política pública institucionalizada pela Lei n.12.873, sancionada no ano de 2013.

Figura 1: Cisternas de placa do PIMC



Fonte: Articulação Semiárido Brasileiro (2018)

A partir deste marco, o projeto passou a ter a configuração de uma iniciativa de IS institucionalizada e tem continuado o seu curso de expansão pela região, através de licitações públicas lançadas pelo Governo Federal, atendendo às famílias que ainda necessitam de suporte técnico, físico e econômico para estocar água, a fim de tornar viável a convivência com o Semiárido.

Assim, entende-se que o PIMC é uma iniciativa de IS desenvolvida por um coletivo, a partir do reconhecimento de necessidades apontadas por estes grupos de indivíduos (abordagem *bottom-up*) e que depois vem a se tornar um programa social institucionalizado, com orçamento da União previsto em lei (abordagem *top-down*).

Diante do exposto, e das diversas nuances que envolvem a expansão de uma iniciativa de IS, o estudo tem como objetivo analisar o percurso de expansão do PIMC, a fim de aprofundar o entendimento sobre as dinâmicas entre os atores que participam deste percurso e os resultados auferidos neste processo.

Após as considerações iniciais na seção 1 deste artigo, são apresentados na seção 2 os percursos *bottom-up* e *top-down* das iniciativas de IS discutidos na literatura; a seção 3 discorre sobre os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta de dados e aponta os métodos escolhidos para a análise destes; a seção 4 discute os dados coletados a partir do modelo de Medeiros (2018) e apresenta um resumo da trajetória de expansão do PIMC; e por fim, a seção 5 tece as considerações finais do estudo.

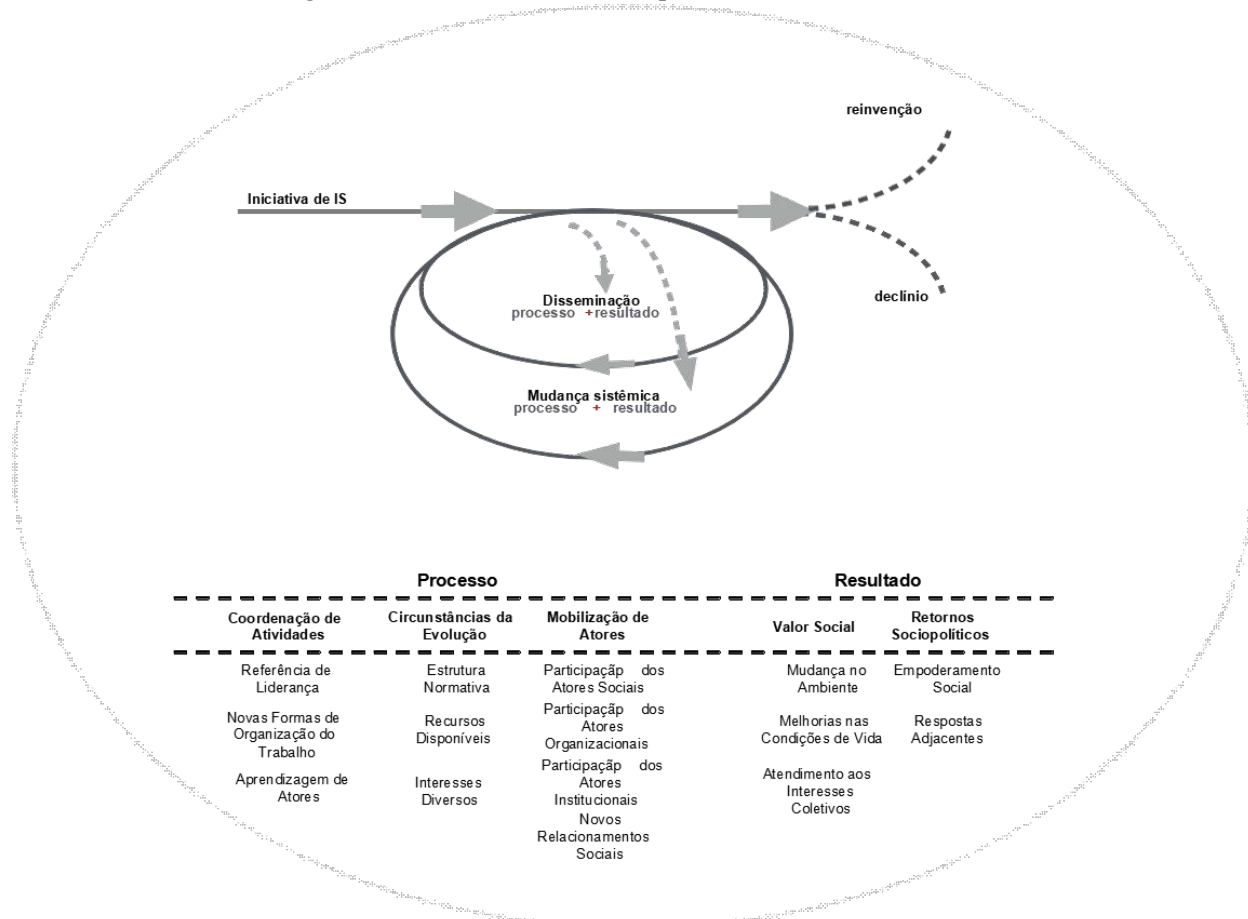
2. Os Percursos *Bottom-Up* e *Top-Down* das Iniciativas de Inovação Social

A inovação social tem sido amplamente discutida na literatura no que concerne às etapas de seu percurso de expansão, que tem sido referenciadas indiretamente em análises e quadros conceituais ou diretamente apresentadas em modelos.

Nas iniciativas de IS percebidas como resultado, com foco no valor social obtido por meio de uma inovação, podem-se citar os trabalhos de Bacon, Faizullah, Mulgan e Woodcraft (2008), Assogba (2010), Schmitz, Krlev, Mildenerger, Bund e Hubrich (2013); nas iniciativas de IS percebidas como processo, baseadas nas capacidades dos atores (pessoas, empresas, instituições), que se relacionam entre si, destacam-se as publicações de Tardif e Harrisson (2005), André e Abreu (2006), Rollin e Vincent (2007), Cajaiba-Santana (2014); e, também, sob as duas abordagens integradas, os trabalhos de Murray, Caulier-Grice e Mulgan (2010), BEPA (2010), João (2014), Correia (2015) e Medeiros (2018).

Este último trabalho apresenta uma proposta de análise que considera ambas as perspectivas de processo e resultado, pois considera que não seria possível desvincular as práticas sociais construídas a partir das iniciativas de IS das respostas obtidas com estas iniciativas. Como premissa desta proposta, entende-se que as iniciativas de IS são fenômenos não lineares e que podem estar representadas tanto num formato tangível (produtos e serviços) quanto intangível (conhecimento e intervenções). Este é um modelo adequado para analisar as iniciativas de IS que já tenham sido apropriadas como prática em seus territórios e que estejam em movimento de expansão em relação à sua configuração inicial, onde mudanças devido às interações entre os atores e também às circunstâncias externas podem influenciar a trajetória destas iniciativas (Figura 2).

Figura 2: Modelo Teórico da Expansão de Iniciativas de IS



Fonte: Medeiros (2018)

Na primeira etapa do modelo, “Disseminação”, a iniciativa de IS já foi apropriada pelos atores, podendo a solução: 1) ser escalonada, quando experimenta a possibilidade de ser “exportada”, como no caso de uma IS vinculada a produto ou serviço, e 2) ser difundida, quando a disponibilização de conhecimento ou intervenção acontece por meio dos indivíduos e suas redes. A segunda etapa foi denominada de “Mudança Sistêmica”, pois é a etapa em que a IS se institucionaliza, provocando mudanças sistêmicas na sociedade, quando novas formas de pensar e agir se organizam para se configurarem em instituições, desafiando o *status quo*

(Medeiros, 2018).

A partir desta configuração, entende-se que o objetivo deste modelo é definir um ponto de partida para as discussões das iniciativas de IS nas etapas “Disseminação” e “Mudança Sistêmica” do percurso de expansão, destacando aspectos a partir da análise de suas dimensões de Processo e Resultado, que podem ser considerados como importantes para seu êxito, fracasso ou estagnação.

3. Metodologia

Esta investigação possui natureza qualitativa, com fins exploratório-descritivos, uma vez que pretende desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias relativos aos conteúdos desenvolvidos sobre o tema da inovação social, avançando no conhecimento sobre a problemática apresentada (caráter exploratório) e descrever, por meio dos resultados obtidos, as características do processo em pauta (caráter descritivo) (Gil, 2010).

O método utilizado escolhido como mais adequado para a análise em questão foi o estudo de caso. As evidências empíricas estão divididas entre dados secundários (documentos e artefatos) e dados primários (observações e entrevistas).

A coleta de dados primários foi realizada com atores envolvidos diretamente no P1MC, através de entrevistas semiestruturadas e observação não participante, em que a distância do pesquisador da situação observada é reduzida, tornando-se um instrumento essencial da coleta de dados (Flick, 2009). A observação não participante aconteceu na forma de visitas à unidade da ASA Brasil em Recife.

No que concerne às entrevistas, a indicação dos atores foi realizada por meio da técnica da bola de neve - as pessoas entrevistadas inicialmente indicaram outros atores que elas acreditavam que pudessem contribuir para o entendimento do caso em estudo, para que também pudessem ser entrevistados.

Em seguida, o Quadro 1 apresenta o grupo de entrevistados relativo ao P1MC.

Quadro 1: Entrevistados

Código na pesquisa	Órgão de Atuação	Função Desempenhada	Formato da Entrevista	Duração da Entrevista
E01_EC2	Associação Programa 1 Milhão de Cisternas (AP1MC) Recife	Assessor de Coordenação	Presencial	1h 30 min
E02_EC2	AP1MC Recife	Assessor técnico	Presencial	1h 30 min
E03_EC2	Associação Agroecológica Bom Jardim	Coordenador	Skype com vídeo	39 min
E04_EC2	Centro Sabiá	Coordenador Geral	Presencial	54 min
E05_EC2	EMBRAPA Semiárido	Pesquisador	Whatsapp com vídeo	57 min
E06_EC2	Coordenação Geral de Acesso à Água, no Ministério de Desenvolvimento Social (MDS)	Coordenador	Telefone	47 min

Fonte: Elaboração própria.

Considerou-se que as entrevistas concedidas pelos atores organizacionais foram suficientes para atender aos objetivos da pesquisa: representantes de ONGs que têm participado da execução do programa tanto em nível operacional (entrevistados E03_EC2 e E04_EC2), quanto em nível intermediário (E01_EC2 e E02_EC2). Além disso, foi ouvido

um representante do Estado, relacionado diretamente à gestão do P1MC no governo federal (E06_EC2) e um pesquisador especialista em gestão hídrica, que realizou avaliações técnicas do P1MC (E05_EC2). A análise dos dados foi realizada por meio de análise de conteúdo categorial (Bardin, 2011) e a discussão dos dados foi realizada a partir das dimensões, categorias e indicadores apontados no Modelo Teórico da Expansão de Iniciativas de IS (Medeiros, 2018), considerando-se que o P1MC se encontra em fase de Mudança Sistêmica.

4. Resultados e Discussão

Como definição conceitual, a proposta do P1MC compreende a construção de cisternas de placas de 16 mil litros, com o objetivo principal de levar água à população difusa do semiárido brasileiro e demonstrar que esta é uma região viável, por meio de capacitações que valorizam a possibilidade e importância da convivência com a região seca, ressaltando premissas de agro ecologia e de cultura de estocagem de água.

O programa tem sido apresentado como uma iniciativa de IS institucionalizada, política pública do Governo Federal realizada por meio de termos de parceria com a AP1MC, convênios com governos estaduais e municipais, organizações não governamentais e consórcios públicos, além da possibilidade de execução também por meio de termo de colaboração com organizações da sociedade civil.

A partir desta configuração inicial do caso, apresenta-se uma análise do processo contínuo de expansão do P1MC, a partir das considerações propostas no Modelo Teórico da Expansão de Iniciativas de Inovação Social (Medeiros, 2018), apresentado na Figura 1.

Iniciando a análise pela dimensão Processo, no que se refere à categoria Coordenação de Atividades, mesmo sendo o P1MC um programa institucionalizado e gerido pelo governo, enfatiza-se o papel da ASA Brasil como uma das referências de liderança, devido à sua vivência política de debates e articulação social no semiárido, e ao seu contato direto com as unidades executoras locais ao longo do tempo, que tem sido muito importante e protagonista, no sentido de propor inovações, melhorias na tecnologia e na gestão.

No que concerne a um nível micro de análise, considerando-se o papel dos atores organizacionais locais, as unidades executoras do programa, que lidam com as famílias beneficiárias, as referências de liderança para o P1MC apresentam-se como as referências de liderança das comunidades, que interagem diretamente com estas unidades.

Também pode ser destacado o papel do Governo Federal, que assume um protagonismo em relação às atividades promovidas, uma vez que tem sido o principal agente de fomento do P1MC.

No que se refere às novas formas de organização do trabalho esperadas para o processo, o Novo Marco Legal para a implementação do Programa Cisternas tem sido considerado como uma forma inovadora de conceber a gestão do programa, tendo sido projetado pelo Governo Federal com o objetivo de aprimorar este processo. A fim de ganhar escala para o programa, este Marco tem promovido a criação de mecanismos adaptados ao arranjo institucional até então considerado mais efetivo e de outros novos para superar os gargalos que resultavam em atrasos significativos na entrega dos resultados. Além disso, foi reconhecido o papel das tecnologias sociais, com definição legal e normativa (Escola Nacional de Administração Pública [ENAP], 2016).

Esse Marco, que entrou na Medida Provisória nº 619, de 06 de junho de 2013, também foi definido visando a institucionalizar a ação no Governo Federal, surgindo a partir de

reuniões com vários atores que participaram historicamente do programa, como a ASA Brasil. Assim, a partir deste ponto, foi possível ao Governo Federal reconhecer as especificidades do processo e formalizá-lo por meio de regras que simplificassem e tornassem padronizados procedimentos associados à celebração de parcerias, contratação dos atores envolvidos e também da prestação de contas (ENAP, 2016).

Um dos itens de maior impacto operacional de melhorias no programa foi o estabelecimento de um valor fixo da cisterna para que ela fosse entregue, não tendo que comprovar item por item de despesa. Assim, o montante financeiro liberado para a execução dos contratos passou a ser regido por uma operação aritmética elementar, que tornou a operacionalização do PIMC mais ágil: a meta de entrega de cisternas multiplicada pelo valor unitário de cada uma.

Com relação às famílias beneficiárias, embora a escolha estivesse vinculada ao Cadastro Único do Governo Federal, esta indicação tem sido refinada em nível local, por meio das unidades executoras, no caso da ASA Brasil, e outras entidades. Nesse contexto, torna-se destacada a capacidade da ASA Brasil, devido à sua grande experiência, de sair vitoriosa na maioria dos editais lançados pelo Governo Federal para a construção de cisternas em detrimento aos governos, que experimentam alguns entraves burocráticos. Por outro lado, embora que a ASA Brasil assuma um protagonismo na gestão intermediária do PIMC, outras entidades também estão aptas a realizar esta gestão, por conta do arcabouço normativo do programa, que torna os processos mais padronizados e independentes.

No tocante à aprendizagem de atores, existem três pontos a serem destacados. O primeiro é em relação ao aprendizado do Governo Federal, a partir dos processos participativos desenvolvidos pela ASA Brasil. É importante citar neste percurso a contrapartida do governo, que passou a fornecer subsídios organizacionais para que o programa pudesse ter maior racionalidade em seus processos, facilitando a sua expansão. Neste âmbito, houve um aumento significativo de velocidade na construção de cisternas. Os convênios executados sob os instrumentos definidos a partir do arcabouço legal instituído têm possibilitado uma entrega duas vezes mais rápida do que pela sistemática anterior (ENAP, 2016).

O segundo ponto diz respeito à aprendizagem das famílias beneficiárias, que não mudou de forma qualitativa, pois o programa em termos conceituais continuou o mesmo. E o terceiro diz respeito aos empreendimentos sociais locais, as unidades executoras, que passaram a ter, nesse processo, uma aprendizagem vinculada não só às diretrizes da ASA, como também à normatização dos processos do Programa Cisternas, criando suas próprias dinâmicas de execução.

Após discorrer sobre as pautas relacionadas à Coordenação de Atividades do PIMC, serão analisados os tópicos elencados para a Categoria Circunstâncias da Evolução.

No que se refere à estrutura normativa, destaca-se como ponto expoente do crescimento acelerado do PIMC a decisão de universalização do acesso à água do Governo Federal. A partir daí, com a necessidade de expansão em maior escala do programa, surge a necessidade de formalizar o processo do PIMC em lei. E a Lei nº 12.873 (2013), vem corroborar a necessidade de melhorar os processos existentes, uma vez que o programa torna-se uma política de Estado.

Em se tratando dos recursos disponíveis para o programa, ao mesmo tempo em que o governo cita as benesses da expansão em maior grau realizada em parceria com as entidades da sociedade civil, que dependem do montante do orçamento da União reservado para esta finalidade, isto tem representado o sustento para a maior parte das unidades executoras, as organizações de ponta do fluxo de execução.

Os interesses diversos podem estar representados pelo desejo do governo, num certo momento da expansão do programa, de romper com a parceria com a ASA Brasil para, ao invés de promover a construção de cisternas de placa, instalar cisternas de plástico na região do semiárido.

Este foi um dos grandes conflitos na trajetória de expansão do programa, pois o governo entendia, à época, que as cisternas de plástico poderiam chegar mais rapidamente ao Semiárido. Porém, a ASA argumentou sobre os benefícios das cisternas de placa em detrimento às cisternas de plástico: o custo destas últimas seria, em média, o dobro do custo das cisternas de placa; inexistência de mobilização social no recebimento das cisternas de plástico pelas famílias, onde esta mobilização é muito importante para a conservação das mesmas, pois há curso de manutenção das cisternas de placa no ato da entrega; e, ainda, sobre a durabilidade e a questão do material da cisterna (plástico), que é inferior ao das cisternas de placa. Ao final, os argumentos a favor das cisternas de placa foram mais fortes e o P1MC continuou a ser a opção mais viável para a região.

Seguindo com a análise do processo, a categoria Mobilização dos Atores chama a atenção para o papel dos atores envolvidos no percurso da expansão da iniciativa de IS. A participação dos atores sociais neste percurso de expansão ressalta a participação ativa das famílias beneficiárias, que continuou após o processo de institucionalização do P1MC, devido às ações de capacitação para construção e manutenção das cisternas e o empoderamento proporcionado pela iniciativa.

No tocante à participação dos atores organizacionais, ao se institucionalizar o P1MC, observam-se quatro tipos de atores: a ASA, os governos estaduais e os governos municipais como organizações intermediárias e as unidades executoras, como empreendedores sociais. O contato direto com as famílias é realizado por estas unidades, que fazem o papel de replicadores da metodologia do P1MC e promovem algumas adaptações necessárias, a depender das especificidades da região onde o programa estiver sendo implantado. A ASA, operacionalizada pela AP1MC, vai se organizando ao longo do tempo de forma mais estruturada devido à expansão do programa, mas passa a exercer um papel de caráter intermediário e também regulador do processo.

Relativamente à participação dos atores institucionais, a primeira participação é do Governo Federal, exercendo papel de financiador da política pública. E, a partir dessa participação mais efetiva, em que as famílias e as unidades executoras passam a ter conhecimento desse papel do Estado de apoio, torna-se evidente uma perspectiva de aceitação do Estado em relação a esta mudança social.

Vale ressaltar que o papel do Governo Federal, como principal ator institucional, sai fortalecido porque apoia um programa que foi abalizado tecnicamente durante a sua expansão por instituições de pesquisa como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, que atestou a aprovação da iniciativa pelas famílias e a sua viabilidade técnica em relação a processos.

Assim, compreende-se que os atores envolvidos vão assumindo diferentes papéis ao longo do percurso de expansão do P1MC (André & Abreu, 2006; Galvão, 2016). Os papéis assumem sobreposições, pois alguns atores organizacionais muitas vezes assumem papéis de beneficiários e, atores institucionais, de executores (que seriam, *a priori*, papéis de um ator organizacional).

Após analisar as categorias da dimensão Processo, considerando-se os elementos de influência sobre os indicadores, inicia-se a análise da dimensão Resultado, apresentando-se primeiramente a categoria Valor Social, que aponta uma mudança no ambiente proporcionada

pela iniciativa, relacionada à questão física: a presença das cisternas de placa tem alterado a paisagem do lugar. Outra mudança percebida no ambiente refere-se à cultura da valorização da estocagem de água – bem diferente da imagem de moradores carregando latas d'água na cabeça, imagem muito utilizada pela mídia até a década de 1990.

As melhorias nas condições de vida são identificadas como aspectos positivos observados para os beneficiários do P1MC. Um dos primeiros pontos diz respeito à questão da segurança alimentar das famílias por conta da boa qualidade da água consumida e, como consequência direta, uma melhoria das suas condições de saúde. Um exemplo está na redução da taxa da mortalidade infantil, diretamente afetada pela boa qualidade da água estocada, e estimada em 91%, no período entre 1999 e 2015, considerando-se os índices de mortalidade infantil como resultado das seguintes doenças nas crianças de 0 a 4 anos na Região Nordeste (Ministério da Saúde, 2018): (1) Cólera; (2) Salmonela; (3) Outras infecções intestinais bacterianas; (4) Amebíase; (5) Outras doenças intestinais por protozoários; (6) Diarréia e gastroenterite.

O segundo ponto alude a uma questão de gênero: melhoria da condição de vida das mulheres, historicamente responsáveis pelo abastecimento de água para as atividades domésticas e que, ao deixarem de realizar esta atividade, tem aumentado o seu tempo para outras atividades e para lazer.

No que se refere ao atendimento aos interesses coletivos, o P1MC conquistou o seu espaço nas ações governamentais, sendo considerado como um dos programas sociais que mais atende aos interesses da coletividade na região do semiárido, por tratar da garantia de um bem indispensável à vida que é a água potável. Destaca-se também a questão da consciência agro ecológica, bastante discutida nos cursos de capacitação e que consegue promover um novo olhar para as famílias sobre desmatamento de árvores, queimadas, utilização de venenos, que interessam a toda a comunidade. Desta forma, dissemina-se que fazer a gestão da água vai muito além da utilização da água da cisterna. Compreende, por exemplo, a preservação da vegetação nativa, que impacta na umidade do ambiente porque mata os micro-organismos do solo, importantes na manutenção da temperatura.

A última categoria analisada, denominada Retornos Sociopolíticos, destaca o empoderamento social observado nos atores sociais que fazem parte da cadeia relacionada ao P1MC. Além de se tornar alternativa para o abastecimento de água da população rural em situação de pobreza, esta iniciativa de IS também possui um caráter formativo que potencializa seus ganhos sociais, ao promover o fortalecimento da sociedade civil no âmbito das políticas públicas, contribuindo para a promoção do desenvolvimento local (Campos & Alves, 2015).

Neste âmbito, em relação às respostas adjacentes do P1MC, podem-se destacar alguns temas que remetem a respostas positivas na região como, por exemplo, a movimentação da economia, uma vez que a compra do material para a construção das cisternas é toda realizada no comércio local, dinamizando também a economia regional. Além disso, com os recursos aplicados nos cursos de treinamento, há a formação de mão de obra especializada para a construção das cisternas. É válido salientar que estes pedreiros não só continuam sendo empregados na construção de cisternas, bem como sendo incorporados como profissionais em outros projetos do governo (Campos & Alves, 2015).

O programa também tem contribuído para a regularização fiscal de lojas de material de construção, fornecedores de alimentos, postos de gasolina, entre outros pequenos prestadores de serviços, pois um dos requisitos para a formalização de contratos que envolvam recursos públicos, que são repassados às unidades executoras locais, é que os estabelecimentos

comerciais estejam regularizados (Santana, Arsky & Soares, 2011).

Além disso, a ampliação do P1MC estimulou a criação de dois programas que cumprem a mesma filosofia de estocagem de água: o Programa 1 Terra, 2 Águas, em que são experimentadas várias tecnologias de captação e armazenamento de água para a produção de alimentos e o Programa Cisternas nas Escolas.

O Quadro 2 resume a análise comparativa realizada entre as etapas apresentadas no Modelo de Medeiros (2018) e os achados empíricos.

Quadro 2: Resumo da Análise da Expansão do P1MC

Dimensão	Categoria	Etapas “Mudança Sistêmica” Caso	Considerações sobre a Categoria no da Expansão do P1MC
PROCESSO	Coordenação de Atividades	Coordenação das atividades, determinadas por lei, pelos atores organizacionais, que interagem tanto aprendendo com os atores sociais como ensinando novas práticas aos atores institucionais	<ul style="list-style-type: none"> - Protagonismo da Asa Brasil; - Lei Federal para normatização de atividades; - Adaptação de práticas;
	Circunstâncias da Evolução	Atuação destacada dos atores institucionais no planejamento da expansão e gestão das receitas fixas, a fim de garantir a execução da iniciativa, e dos atores organizacionais, gestores da iniciativa junto aos atores sociais, e que difundem o conhecimento sobre a estrutura normativa existente	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de melhorar os processos existentes, uma vez que o programa torna-se uma política de Estado; - Realinhamento dos processos existentes do P1MC a partir da discussão entre os principais atores envolvidos;
	Mobilização dos Atores	Colaboração entre os atores sociais, organizacionais e institucionais, onde estes últimos podem assumir duplo papel na expansão: de gestores e patrocinadores	<ul style="list-style-type: none"> - Destaca-se o papel do Governo Federal, que pode assumir papéis de fomentador e executor da iniciativa; e da ASA, que assume um papel regulador da expansão;
RESULTADO	Valor Social	Obtenção de práticas e respostas que tornam o ambiente mais colaborativo entre os atores sociais, organizacionais e institucionais, proporcionando novas dinâmicas em sociedade para a discussão do problema e propiciando transformação social	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorias nas condições de vida no semiárido no que se refere à saúde, gênero e meio ambiente;
	Retornos Sociopolíticos	Fortalecimento da coletividade por meio das novas práticas e respostas e obtenção de respostas sociais que podem apresentar-se como uma reinvenção da IS, considerando aspectos quanto ao formato, conteúdo ou território da nova iniciativa	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorias em questões econômicas e políticas da região; - Novos programas como o P1+2 e o Programa Cisterna nas Escolas

Fonte: Elaboração

Os pontos de destaque entre a etapa esperada para o modelo na fase de mudança sistêmica e as análises realizadas neste caso envolvem a participação dos atores organizacionais, apresentando-se como protagonistas no processo e desempenhando diversos papéis (André & Abreu, 2006; Galvão, 2016); a capacidade das iniciativas se reinventarem (Van De Ven, Angle & Poole, 2000; André & Abreu, 2006), assumindo outros escopos; e o empoderamento da sociedade (Cajaiba-Santana, 2014; Borges, 2017), possibilitando ações de mudança e transformação social, uma vez que desenvolve novas capacidades técnicas e relacionais nos atores beneficiários envolvidos, reforçando a sua autoestima e aumentando a sua rede de interação e colaboração.

5. Conclusões

Num amplo espectro, as iniciativas de IS puderam ser compreendidas neste caso em estudo como respostas novas e socialmente reconhecidas (André & Abreu, 2006), visando e gerando mudança social, capacitando os agentes envolvidos e beneficiados e desencadeando, por essa via, uma mudança nas relações de poder, reconfigurando-as.

A análise das dimensões apontadas no modelo de Medeiros (2018) sobre os dados do P1MC corroborou a premissa de que a programa apresenta-se em fase de mudança sistêmica, o que indica que a expansão do Programa 1 Milhão de Cisternas tem proporcionado uma mudança na forma de pensar da sociedade no tocante ao semiárido brasileiro, por meio do aprimoramento das práticas sociais no âmbito do programa. Estas novas práticas têm resgatado a crença nas potencialidades da região, estimulando estas mudanças comportamentais dos atores sociais por influência dos atores organizacionais.

Embora que as respostas do P1MC estejam sendo positivas ao longo do tempo para os territórios, considera-se que o percurso das iniciativas de IS, como apontado no Modelo Teórico da Expansão de Iniciativas de IS (Medeiros, 2018), é sempre não-linear. Desta forma, embora que o programa esteja proporcionando mudança sistêmica para a região semiárida brasileira, não pode ser desconsiderada a hipótese de desinstitucionalização da iniciativa, que pode ser provocada por uma mudança no ambiente externo, em que forças que surgem por meio de grupos de atores podem se opor à estrutura em pauta (Tolbert & Zucker, 1999), podendo criar uma outra trajetória para a iniciativa de inovação social. Por outro lado, o programa pode dar origem a novas iniciativas sociais, que se apoiam nesta primeira inovação para potencializar outras.

A análise realizada valida o caráter *top-down* desta iniciativa de IS, uma vez que a determinação da gestão das atividades da política pública vem a partir de diretrizes formalizadas em lei pelo Estado (ator institucional).

Por outro lado, observa-se uma expressiva participação das unidades executoras no que concerne à execução da política pública em nível local e à discussão dos procedimentos operacionais, uma vez que interação de forma muito próxima aos atores sociais na execução das atividades. Vale ressaltar que muitas vezes os atores institucionais (atores do governo) podem desempenhar papéis de atores organizacionais, quando assumem a execução da política pública nas diversas localidades onde o programa tem sido implementado.

Esses atores organizacionais, em contato direto com os atores sociais das localidades, absorvem novas práticas para melhorias na execução do programa nos territórios (abordagem *bottom-up*), onde necessitam muitas vezes de tratamentos operacionais diferenciados, e concedem este retorno em formato de aprendizado tácito aos atores institucionais.

Desta forma, corrobora-se o pressuposto inicial de que tanto o Programa 1 Milhão de Cisternas segue um percurso de expansão por meio de uma abordagem *top-down* quanto *bottom-up*, referendando seu caráter não-linear e validando ambas as trajetórias de expansão para uma iniciativa de inovação social.

6. Referências

- André, I. & Abreu A (2006). Dimensões e espaços da inovação social. *Finisterra*, 41(81) pp. 121-141.
- Articulação Semiárido Brasileiro (2018). *Ações – PIMC*. Recuperado de www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc.
- Assogba, Y. (2010). *Théorie systémique de l'action sociale et innovation sociale*. Alliance de recherche université- communauté/innovation sociale et développement des communautés, Université du Québec en Outaouais (UQO), Quebec, Canadá: Recherches, 31.
- Bacon, N., Faizullah, N., Mulgan, G. & Woodcraft, S. (2008). *Transformers: how local areas innovate to address changing social needs*. London, England: National Endowment for Science, Technology and the Arts.
- Bardin, L (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Bureau Of European Policy Advisers. (2010). *Empowering people, driving change*. Social Innovation in the European Union. European Communities. Luxembourg.
- Cajaiba-Santana, G. (2014). Social innovation: moving the field forward: a conceptual framework. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 82, pp. 42 - 51.
- Campos, A. & Alves, A. M.. (2015). Programa Cisternas, uma ferramenta poderosa contra a pobreza. In: Santos, J. M. dos. (Org.) *Cadernos de Estudos Desenvolvimento Social em Debate*, No.23, pp.118-135, Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome; Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação.
- Choi, N. & Majumdar, S. (2015). Social innovation: towards a conceptualization. In: Majumdar, S., Guha, S. & Marakkath, N. (Ed.). *Technology and Innovation for Social Change*, pp. 7-34. New Delhi: Springer India.
- Correia, S. E. N. (2015). *O papel do ator organizacional na inovação social* (Tese de Doutorado). Programa de Pós- Graduação em Administração, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.
- Escola Nacional de Administração Pública (2016). *Novo marco legal para a implementação do Programa Cisternas*. Recuperado de <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/2711>.
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Galvão, C. E. S. (2016). *O Protagonismo dos atores no processo de inovação social: um estudo de caso no estado do Piauí*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.
- Gil, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (5a ed.) São Paulo-SP: Atlas.
- Have, R. P. V. D. & Rubalcaba, L. (2016). Social innovation research: An emerging area of innovation studies? *Research Policy*, 45 (9), pp. 1923-1935.
- João, I. S. (2014). *Modelo de gestão da inovação social para empresas sociais*. (Tese de Doutorado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP.
- Lei nº 12.873, de 24 de outubro de 2013* (2013). Institui o programa nacional de apoio à captação de água de chuva e outras tecnologias sociais de acesso à água - programa cisternas. Brasília, DF. Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12873.htm
- Medeiros, C. B. (2018). *Expansão de iniciativas de inovação social: uma proposição adaptativa para análise de percursos* (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.
- Ministério da Saúde (2018). *Sistema de informações sobre mortalidade – SIM*. Recuperado de tabnet.datasus.gov.br
- Murray, R., Caulier-Grice, J. & Mulgan, G (2010). *The open book of social innovation*. London: NESTA/The Young

Foundation.

- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2011). *Introduction: transforming innovation to address social challenges*. Paris, France: Harayama, Y. & Nitta, Y..
- Rollin, J. & Vincent, V. (2007). *Acteurs et processus d'innovation sociale au Québec*. Québec, Canadá: Université du Québec.
- Santana, V. L., Arsky, I. C. & Soares, C. C. S. (2011). Democratização do acesso à água e desenvolvimento local: a experiência do Programa Cisternas no semiárido brasileiro. In *Anais do Circuito I de Debates Acadêmicos*, Brasília, DF.
- Schmitz, B., Krlev, G., Mildemberger, G., Bund, E. & Hubrich, D. (2013). Paving the way to measurement – a blueprint for social innovation metrics. A short guide to the research for policy makers. A deliverable of the project: “The theoretical, empirical and policy foundations for building social innovation in Europe” (TEPSIE), *European Commission – 7th Framework Programme*. Brussels, Belgium: European Commission.
- Tardif, C. & Harrisson, D. (2005). Complémentarité, convergence et transversalité: la conceptualisation de l'innovation sociale au CRISES. *Cahiers du CRISES*. Québec.
- Tolbert, P.S. & Zucker, L.G. (1999). A institucionalização da teoria institucional, In: *Handbook de estudos Organizacionais. Modelos de análises e novas questões em Estudos Organizacionais*. No.1 pp.196-218. São Paulo-SP: Atlas, 1999.
- Tulder, R. V., Seitanidi, M. M., Crane, A. & Brammer, S. (2016). Enhancing the Impact of Cross-Sector Partnerships. *Journal of Business Ethics*, 135 (1), pp. 1–17.
- Turker, D. & Vural, C. A. (2017, junho). Embedding social innovation process into the institutional context: Voids or supports. *Technological Forecasting Social Changes*, No. 119, pp. 98-113.

Fatores determinantes da inovação disruptiva no contexto das organizações: uma revisão integrativa da literature

Juliano Keller Alvez

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

juliano@ceteg.net.br

Joiceli Rossoni Lapolli

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

joice.rossoni@gmail.com

Inara Antunes Vieira Willerding

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

inara.antunes@gmail.com

Gertrudes Aparecida Dandolini

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

gertrudes.dandolini@ufsc.br

Édis Mafra Lapolli

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

edispancion@gmail.com

Resumo

A inovação é um dos conceitos mais tratados no âmbito da atual gestão das organizações. A prática da inovação disruptiva tem sido, igualmente, difundida no meio acadêmico e nas empresas, desafiando estes atores a transformarem determinado segmento de mercado com ações inovadoras que agregam simplicidade, conveniência e acessibilidade a produtos e serviços. Este artigo tem por objetivo identificar os fatores determinantes para o desenvolvimento de inovações disruptivas. Para isso, foi efetuada uma revisão integrativa da literatura, onde levantou-se um conjunto de publicações selecionadas a partir de critérios. Para as que obtiveram maior relevância, foi efetuada comparação entre os autores para identificar intersecções e correlações. Ao final, são sugeridos ainda outros possíveis fatores não listados pelos autores, como extensão do tema para estudos futuros. No viés da aplicação prática, organizações de todos os portes podem se utilizar deste artigo para identificar suas fortalezas e fraquezas no que tange à aplicação da inovação disruptiva em seu conjunto de estratégias e políticas. No que tange às implicações sociais, passa a ter relevância à medida que os produtos disruptivos são inclusivos e permitem o acesso de classes e grupos que antes eram pouco priorizados pela indústria. Como valor agregado, o artigo agrupa os fatores determinantes da inovação disruptiva, quais sejam: análise do ambiente interno e externo, com estabelecimento de ações; cultura organizacional; recursos humanos e materiais; e gestão de pessoas, integrando o entendimento dos autores em um único documento.

Palavras-chave:

Fatores Determinantes; Inovação Disruptiva; Organização.

1. Introdução

A Inovação Disruptiva (ID) apresentada por Christensen (1997) como uma teoria, vem recebendo grande atenção por parte de acadêmicos e organizações nos últimos anos, na tentativa de compreender como estas inovações ocorrem e quais os fatores que podem potencializá-las de forma a reduzir os riscos de fracasso quando da sua implementação. Segundo Barbosa Jr e Gonçalves (2018), os mercados que apresentam as condições mais ideais para o surgimento de novas disrupções em produtos e serviços são aqueles localizados em países emergentes pelas condições orçamentárias existentes.

Na busca de uma compreensão do que favorece o surgimento da ID, tem-se como pergunta de pesquisa: Quais fatores são determinantes ao desenvolvimento de inovações disruptivas no contexto das organizações? Para alcançar este propósito foi realizada uma revisão integrativa da literatura com base em artigos e o suporte da literatura na construção do referencial teórico. Compreender estes fatores é fundamental para as organizações que buscam a ID como diferencial de competitividade. Atualmente as empresas sabem da importância de inovar, mas não podem evitar a disrupção de produtos e serviços. Ignorar os processos da ID podem tornar as organizações vulneráveis às tecnologias disruptivas dos concorrentes.

Este artigo está estruturado em seis seções incluindo esta introdução e a lista de referências utilizadas. A segunda seção apresenta o referencial teórico, a terceira seção descreve os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento desta revisão integrativa, a quarta sessão realiza uma análise dos resultados e por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais.

2. Referencial Teórico

Nos últimos anos, as organizações se deparam com a necessidade de desenvolver e apresentar produtos diferenciados que superem as expectativas do mercado consumidor.

Para Pagliuso, Cardoso e Spiegel (2010), organizações são “constructos sociais” em que são importantes as instalações físicas, as relações interpessoais, a natureza humana e as relações externas. Os autores ressaltam a importância da cultura (valores, crenças e regras de conduta) na organização, o que a caracteriza como “organismo vivo”, “contextualizado”, “sistêmico”, “complexo” e como “seres que aprendem”.

Orquestrar elementos como qualidade, inovação e custo exige grandes esforços das empresas. Segundo Porter (1999), o avanço da tecnologia e da inovação vem fornecendo às nações excelentes oportunidades de se desenvolverem econômica e socialmente.

Ao conceituar inovação, Tidd e Bressant (2015) a descrevem como a habilidade em que as empresas estabelecem relações e, a partir destas relações, identifica-se oportunidades, de modo a tirar proveito delas, tanto em mercados inexplorados, quanto nos mercados existentes.

Já para Tigre (2006), a inovação é a efetivação de uma invenção utilizada comercialmente, onde a invenção se refere à criação de um processo, técnica ou produto inédito, sem necessariamente ter aplicação comercial.

Neste contexto, a inovação passa a ser reconhecida pelas organizações como um fator importante de estratégia competitiva de sustentabilidade e escalabilidade. A partir do início do século XX, a inovação vem sendo objeto de estudo dentro da teoria do desenvolvimento econômico apresentada por Schumpeter (1988) no contexto de um novo produto ou serviço, mas a materialização de uma inovação somente acontece quando chega e gera valor para um

mercado consumidor.

No pensamento de Simantob e Lippi (2003), a inovação pode ser uma simples iniciativa bem como pode atingir patamares revolucionários surgindo como algo novo tanto para a organização como para o mercado e, quando aplicada gera riquezas para ambos.

Christensen (1997), apresenta a inovação com uma divisão das tecnologias em incrementais e disruptivas. A primeira melhora um produto já existente, enquanto que a segunda muda paradigmas levando a tirar do mercado produtos estabelecidos pelo fato de apresentar uma nova proposta de valor.

Estas novas propostas de valor, com mudança de paradigmas, podem ocorrer por intermédio da inovação frugal, reversa e/ou disruptiva.

Inovação frugal representa a capacidade que uma organização possui de desenvolver produtos de forma econômica ou seja, fazer mais com menos (Prabhu & Gupta, 2014).

Na inovação reversa, destaca-se o potencial das inovações de preço muito baixo desenvolvidas em países emergentes com o objetivo de criar novas demandas nos países de primeiro mundo (Govindarajan & Trimble, 2012).

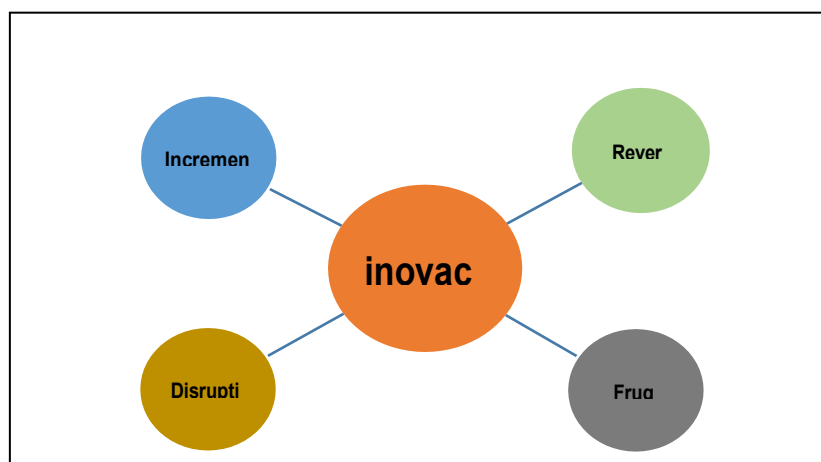
De acordo com Christensen (2006), a inovação disruptiva, foco desta pesquisa, pode ser compreendida como um processo onde um produto/serviço inicia na parte inferior do mercado movimentando-se para a superior, fazendo com que concorrentes abandonem o mercado. Outra característica marcante desta inovação é permitir o acesso de uma grande parcela da população a produtos e serviços que anteriormente não tinham.

Para Silva (2015, p. 14), a disrupção acontece:

quando o desempenho da nova tecnologia melhora de tal forma que passa a ser capaz de satisfazer as necessidades que os consumidores associam à tecnologia existente, capacidade essa que os consumidores percebem como sendo superior. [...] A tecnologia disruptiva cria um novo mercado que acaba por causar disrupção no mercado existente, afetando de forma significativa a posição de empresas estabelecidas.

Com base nos conceitos dos tipos de inovação apresentados, inovações podem ser também classificadas de acordo com o grau de novidade ou impacto gerado no ambiente, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Classificação das Inovações de acordo com o grau de novidade e impacto no mercado



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em virtude do impacto e das diferentes características de cada um dos tipos de inovações apresentadas, acredita-se que há um conjunto de fatores que favorecem o ambiente da inovação.

O presente estudo levanta, de forma específica, os fatores determinantes da inovação disruptiva nas organizações. A próxima seção apresenta procedimentos metodológicos de pesquisa utilizados para resgatar da literatura os determinantes que promovem e favorecem este tipo de inovação, com maior número de citações, de acordo com a visão de diferentes autores.

3. Metodologia

O presente estudo se baseou em uma revisão integrativa da literatura com o objetivo de identificar determinantes para o desenvolvimento de inovações disruptivas no contexto das organizações. Segundo Torracco (2005, p. 356) a revisão integrativa “[...] revisa, critica, e sintetiza a literatura representativa em um tópico de uma forma integrada, de forma que novos *frameworks* e perspectivas sobre o tema sejam gerados”.

Uma das características de uma revisão integrativa é a possibilidade de reunir estudos de naturezas e abordagens distintas. A revisão integrativa é um método de revisão mais amplo, pois permite incluir literatura teórica e empírica com o uso das abordagens quantitativa e/ou qualitativa. Este método tem como principal finalidade reunir e sintetizar os estudos realizados sobre um determinado assunto, construindo uma conclusão, a partir dos resultados evidenciados em cada estudo, mas que investiguem problemas idênticos ou similares. Os estudos incluídos na revisão são analisados de forma sistemática em relação aos seus objetivos, materiais e métodos, permitindo que o leitor analise o conhecimento pré-existente sobre o tema investigado (Whittemore & Knafl, 2005 & Broome, 2000 apud Pompeo & Rossi & Galvão, 2009, p. 435).

A revisão integrativa é um método de revisão amplo, pois permite incluir literatura teórica e empírica bem como estudos com diferentes abordagens metodológicas – quantitativa e qualitativa (Pompeo & Rossi & Galvão, 2009).

Na visão de Souza, Silva e Carvalho (2000, p. 333) a revisão integrativa:

é a mais ampla abordagem metodológica referente às revisões, permitindo a inclusão de estudos experimentais e não experimentais para uma compreensão completa do fenômeno analisado. Combina também dados da literatura teórica e empírica, além de incorporar um vasto leque de propósitos: definição de conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos de um tópico particular.

Para esta revisão integrativa foi utilizado o protocolo (*checklist*) apresentado na Tabela 1 definido por Torracco (2005).

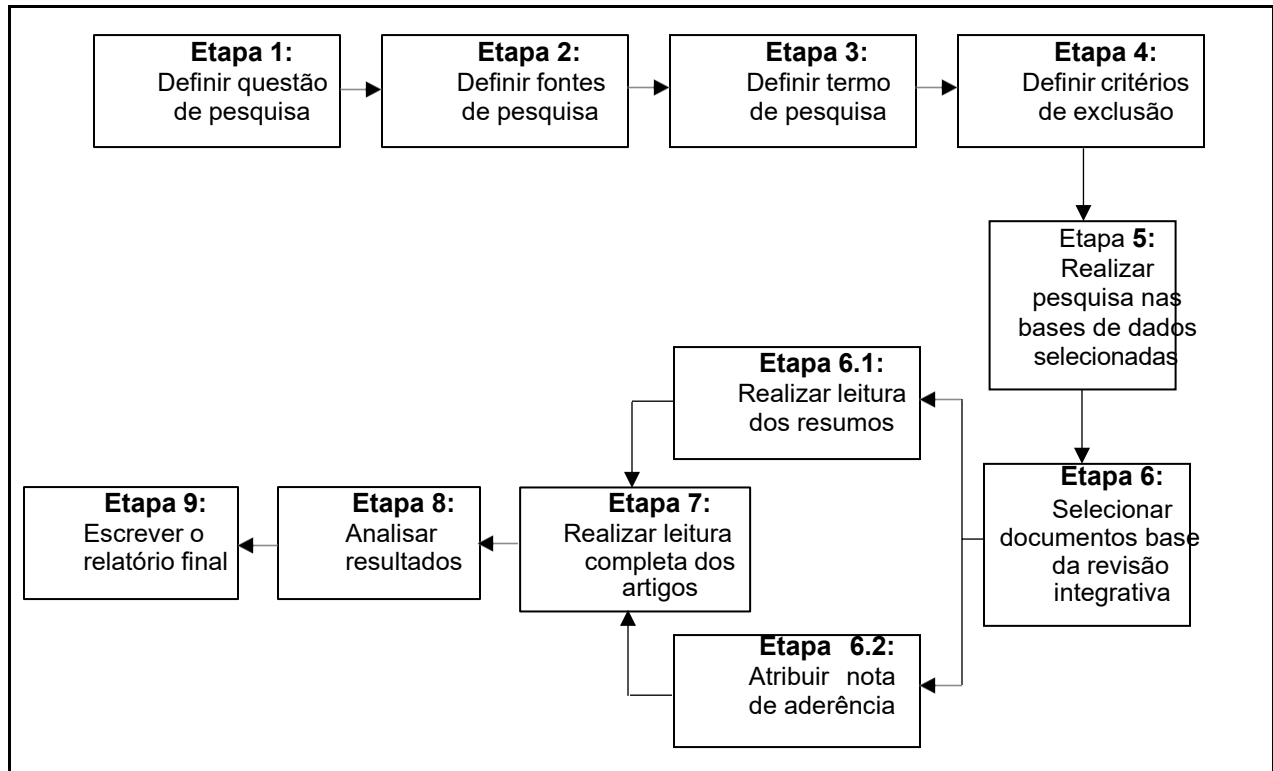
Tabela 1: Checklist para escrever uma revisão integrativa da literatura

Antes de escrever uma revisão integrativa da literatura
(a) Que tipo de artigo de revisão será escrito (revisão de um novo tópico ou um tema já maduro?). A revisão integrativa se traduz na forma mais apropriada para abordar o problema de pesquisa?
(b) Existe a necessidade de revisão integrativa da literatura? O artigo de revisão fará uma contribuição de valor agregado para um novo pensamento no campo?
Organizando uma revisão integrativa da literatura
(c) O artigo de revisão é organizado em torno de uma estrutura conceitual coerente do tópico (por exemplo, uma teoria orientadora, um conjunto de modelos concorrentes)?
(d) Os métodos para a realização das revisões de literatura são suficientemente descritos? Como foi selecionada a literatura? Quais palavras-chave e procedimentos foram usados para pesquisar a literatura? Quais bancos de dados foram usados? Quais critérios foram usados para reter ou descartar a literatura? Como a literatura foi revisada (por exemplo, leitura completa de cada documento da literatura, apenas a leitura de resumos, uma revisão encenada)? Como foram as principais ideias e temas da literatura identificadas e analisadas?
Escrevendo uma revisão integrativa da literatura
(e) O artigo analisa criticamente a literatura existente sobre o tema (isto é, uma crítica é fornecida)?
(f) O artigo sintetiza o conhecimento da literatura em uma avaliação significativa e contribui para novos conhecimentos sobre o tema?
(g) Que formas de síntese são usadas para estimular mais pesquisas sobre o assunto? Uma agenda de pesquisa (questões de pesquisa ou proposições), uma taxonomia (ou outra classificação de construtos), um modelo alternativo ou estrutura conceitual, ou metateoria (teoria que transcende o tópico e une os domínios teóricos).
(h) O artigo descreve o raciocínio lógico e conceitual utilizado pelo autor para sintetizar o modelo ou estrutura a partir da revisão e crítica da literatura?
(i) Existem perguntas provocativas para futuras pesquisas apresentadas para capturar o interesse de estudiosos?

Fonte: Adaptado de Torraco, 2005, p. 365 (tradução nossa).

As nove etapas planejadas para esta revisão integrativa são apresentadas na Figura 2.

Figura 2: Etapas da Revisão Integrativa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Etapa 1 foi definida a seguinte questão de pesquisa: Que fatores são determinantes ao desenvolvimento de inovações disruptivas no contexto das organizações? Esta questão busca identificar tanto os fatores internos como externos à organização. Para a Etapa 2 foram selecionadas as bases de dados EBSCO e SCOPUS. A EBSCO oferece uma variedade de bases de dados contemplando periódicos científicos de inúmeras áreas de conhecimento em diferentes idiomas. A SCOPUS representa uma das maiores bases de dados de artigos e periódicos, revisada por pares e em constante atualização. A definição dos termos de pesquisa (Etapa 3) levou em consideração a base de consultada. No caso da EBSCO forma incluídos termos no idioma português. A Tabela 2 apresenta os termos de pesquisa utilizados por base de consulta.

Tabela 2: Termos de pesquisa por base de consulta

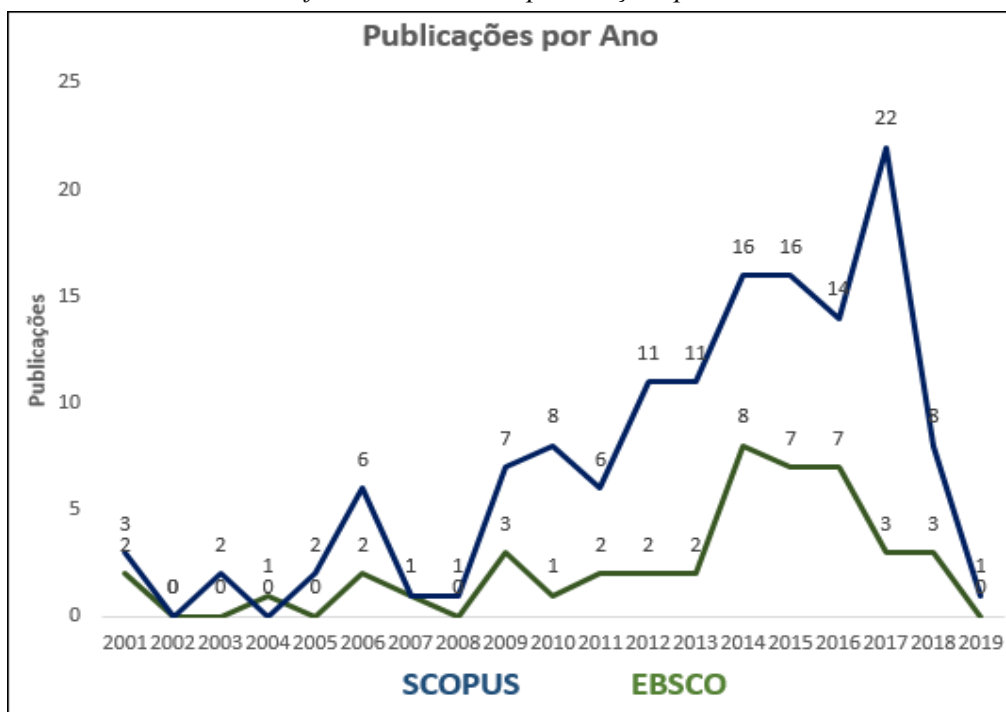
Base	Termo de Pesquisa
EBSCO	(“INOVAÇÃO DISRUPTIVA” OR “DISRUPTIVE INNOVATION”) AND (“FATORES” OR “FACILITADORES” OR “DETERMINANTS” OR “FACTORS” OR “FACILITATORS”)
SCOPUS	(“DISRUPTIVE INNOVATION”) AND (“DETERMINANTS” OR “FACTORS” OR “FACILITATORS”)

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Etapa 4 foram definidos os critérios de exclusão adotados para esta revisão integrativa. Para tal foram feitas duas pesquisas nas bases de dados. A primeira pesquisa de cada base não levou em consideração os critérios de exclusão, o que resultou em 60 documentos na base EBSCO e 138 documentos na base SCOPUS. Os primeiros documentos obtidos por meio da EBSCO - *An analytical framework for evaluating e-commerce business models and strategies* de Chung-Shing Lee e pela SCOPUS, que é *Effective employer-vendor partnerships: Encouraging positive disruptive innovations in healthcare* de J. A. Meek e V. Kuraiti, foram publicados em 2001.

O Gráfico 1 apresenta a distribuição de publicações dos artigos das duas bases de dados pesquisadas.

Gráfico 1: Número de publicações por ano



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os gráficos dos resultados das pesquisas efetuadas nas bases EBSCO e SCOPUS apresentam comportamentos similares ao longo do período de tempo definido. Na EBSCO o ano de 2014 apresenta o maior número de publicações, enquanto que na SCOPUS este fato foi registrado em 2017. Quedas significativas no número de publicações da EBSCO aconteceu no ano de 2008 e 2017, na SCOPUS este fenômeno pode ser evidenciado nos anos de 2007 e 2008

Os critérios de pesquisa (Etapa 5) definidos foram os seguintes:

- ✓ Documentos publicados a partir do ano de 2007 dado que a inovação disruptiva por se tratar de um tema mais recente reduziu o número de publicações.
- ✓ Seleção dos 10 artigos mais relevantes para cada base de dados consultada.

A etapa de seleção dos documentos das bases para desenvolvimento desta revisão

integrativa (Etapa 6) foi subdividida em 2 subetapas. A Etapa 6.1 realizou a leitura do resumo de todos os vinte documentos resgatados pelas pesquisas. Na Etapa 6.2 foi atribuída uma nota para cada documento. Para esta valoração procurou-se observar a aderência do resumo do artigo à questão de pesquisa desta revisão integrativa. Esta valoração dos artigos foi realizada pelos dois autores desta revisão e um terceiro pesquisador convidado. A escala utilizada para pontuação foi a seguinte:

- 1 – Sem aderência a questão da pesquisa;
- 2 – Pouca aderência a questão da pesquisa;
- 3 – Média aderência a questão da pesquisa;
- 4 – Alta aderência a questão da pesquisa;
- 5 – Total aderência a questão da pesquisa.

Na sequência, foi calculada a média de notas de todos os vinte documentos selecionados na Etapa 6. O Quadro 1 apresenta os resultados finais desta etapa, classificando os artigos em ordem decrescente de média final.

Quadro 1: Avaliação dos vinte estudos mais relevantes

Base	Artigo	Autor 1	Autor 2	Pesquisador Convidado	Média
EBSCO	Fatores determinantes da inovação disruptiva (Barbosa R. Jr., & Gonçalves, 2018).	5,00	5,00	5,00	5,00
SCOPUS	A study of factors influencing disruptive innovation in Chinese SMEs (Chen., Zhu & Zhang, 2017).	5,00	5,00	5,00	5,00
SCOPUS	Disruptive innovation: A dedicated forecasting framework (Diab., Kanyaru & Zantout, 2015).	5,00	4,00	5,00	4,67
SCOPUS	Measurement and empirical research on low-end and new market disruptive innovation (Lin., Zhang & Yu, 2015).	4,00	4,00	5,00	4,33
SCOPUS	An Exploratory Analysis on the Contextual Factors that Influence Disruptive Innovation: The Case of Uber (Urbinati et al., 2018).	4,00	3,00	5,00	4,00
SCOPUS	The influencing factors of disruptive innovation in China's high-tech SMEs: A case study (LI et al., 2010).	4,00	4,00	4,00	4,00
SCOPUS	The disruptive innovation in the automatic warehouses industry: Empirical evidence from an Italian company (Palmieri & Baglieri, 2010).	4,00	5,00	3,00	4,00
SCOPUS	Fast growth of new ventures through disruptive innovation: A case study of CTRIP (Jianzhong, 2010).	4,00	2,00	5,00	3,67

SCOPUS	Disruptive innovation for the base of the pyramid market - a case study on China's Shanzhai cell phone industry (Zhou., Thong & Li, 2012).	4,00	3,00	4,00	3,67
Base	Artigo	Autor 1	Autor 2	Pesquisador Convidado	Média
EBSCO	Determinants of Service Innovation in Academic Libraries through the Lens of Disruptive Innovation (Yeh & Walter, 2016).	3,00	3,00	4,00	3,67
SCOPUS	An assessment framework for disruptive innovation (Hang., Chen & Yu, 2013).	3,00	3,00	3,00	3,00
EBSCO	Understanding the influence of absorptive capacity and ambidexterity on the process of business model change - the case of on-premise and cloud-computing software (Kranz., Hanelt & Kolbe, 2016).	3,00	3,00	2,00	2,67
EBSCO	Analysis of Economic and Business Factors Influencing Disruptive Innovation in Telehealth (Millan., Yunda & Valencia, 2017).	3,00	3,00	2,00	2,67
EBSCO	The Role of Dynamic Capabilities in Responding to Digital Disruption: A Factor-Based Study of the Newspaper Industry (Karimi & Walter, 2015).	3,00	1,00	2,00	2,00
EBSCO	Pharmacy on demand: New technologies to enable miniaturized and mobile drug manufacturing (Lewin., Choi & Ling, 2016).	2,00	1,00	3,00	2,00
EBSCO	Jugaad as systemic risk and disruptive innovation in India (Birtchnell, 2011).	2,00	2,00	1,00	1,67
EBSCO	Why Tourists Choose Airbnb: A Motivation-Based Segmentation Study (Guttentag et al., 2018).	1,00	3,00	1,00	1,67
SCOPUS	Disruptive innovations dynamics	1,00	3,00	1,00	1,67
EBSCO	Genome-Wide Association Studies for Idiosyncratic Drug-Induced Hepatotoxicity: Looking Back–Looking Forward to Next-Generation Innovation (Petros., Makonnen & Aklillu, 2017).	1,00	1,00	1,00	1,00
EBSCO	Human induced pluripotent stem cells: A disruptive innovation (De Vos et al., 2016).	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentro da Etapa 7 foi realizada a leitura completa dos 10 artigos (linhas 2 a 11 do

Quadro 1) selecionados para a revisão integrativa da literatura, sendo que o artigo *The disruptive innovation in the automatic warehouses industry: Empirical evidence from an Italian company* foi excluído por não estar disponível para recuperação, sendo substituído pelo artigo *An assessment framework for disruptive innovation*, que foi o documento com classificação imediatamente posterior.

A Etapa 8 (analisar resultados) definiu categorias de fatores determinantes para a compreensão da visão de cada artigo efetuando, através da categorização, a relação com o tema desta pesquisa.

Finalmente, na Etapa 9 (escrever o relatório final) foi descrita toda a trajetória desenvolvida para esta revisão integrativa e validada por meio do protocolo de verificação (*checking*) proposto por Torraco (2005).

4. Discussão e Análise dos Resultados

A necessidade de compreender detalhadamente quais os fatores determinantes da inovação disruptiva no contexto das organizações conduziu a necessidade de classificar os diferentes fatores em internos e externos. A inovação disruptiva pode ser alavancada por meio de fatores relacionados ao ambiente interno da organização, bem como por fatores externos à organização que apresentam característica de incontrollabilidade e que geram influências tanto positivas como negativas para o processo de inovação disruptiva. O Quadro 2 apresenta os fatores determinantes (internos e externos) extraídos dos estudos objetos desta análise.

Quadro 2 – Categorias de Fatores determinantes da inovação disruptiva

Fatores Internos	Fatores Externos	Autor (es)
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos físicos, financeiros e humanos; • Modelo de organização da empresa; • Empreendedorismo; • Cultura organizacional; • Patentes; • Estratégias tecnológicas e de negócio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturas de ensino e pesquisa; • Políticas públicas; • Mercado; • Atuação em rede. 	Barbosa Jr., & Gonçalves (2018).
<ul style="list-style-type: none"> • Desejo de inovação pelo empreendedor; • Recursos internos de inovação; • Independência da estrutura organizacional para inovação; • Suporte estratégico; • Posição dominante de P&D na organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suporte governamental; • Fontes externas de conhecimento; • Parceria com investidores de risco. 	Chen., Zhu., & Zhang, (2017).
<ul style="list-style-type: none"> • Eficácia do marketing. 	Não apresenta.	Diab., Kanyaru., & Zantout (2011).
Não apresenta.	Não apresenta.	Lin., Zhang., & Yu, (2015).

<ul style="list-style-type: none"> • Oferta interna de tecnologia; • Incentivo interno para a inovação; • Capacidade de transformação da organização; • Cultura organizacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentração de mercado; • Crescimento da demanda; • Quantidade de produtos substitutivos existentes. 	Urbinati et al. (2018).
Fatores Internos	Fatores Externos	Autor (es)
<ul style="list-style-type: none"> • Orientação estratégica; • Plataforma e um sistema de serviço de suporte de tecnologia pública; • Posição dominante de P&D na organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suporte do governo; • Cooperação entre empresas; • Recursos externos de conhecimento. 	Li et al. (2010).
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de análise SWOT; • Marca forte. 	Não apresenta.	Jianzhong, (2010).
<ul style="list-style-type: none"> • Integração de tecnologias disruptivas com inovação em modelos de negócio; • Produção em pequena escala; • Integração de novas funções; • Desenvolvimento ganha-ganha com grupos da base da pirâmide; • Governança de relacionamento com confiança e contrato. 	Não apresenta.	Zhou., Thong., & Li, (2012).
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos físicos, financeiros e humanos; • Foco no cliente; • Autonomia da equipe de inovação; • Avaliação de desempenho e recompensas; • Liderança pró-inovação; • Cultura de apoio à inovação; • Pessoas dedicadas à inovação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de parcerias. 	Yeh., & Walter, (2016).
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa e Desenvolvimento; • Tecnologia; • Posicionamento de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança no estilo de vida das pessoas; • Mudança na legislação; • Visualização de um novo mercado em países emergentes. 	Hang., Chen., & Yu, (2013).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se na Quadro 2, que nove artigos contemplaram os fatores internos à organização, exceto o artigo “*Measurement and empirical research on low-end and new market disruptive innovation*” de Lin., Zhang e Yu, (2015), que também não abordou fatores externos. O objetivo deste artigo é a identificação de fatores determinantes ao desenvolvimento

de inovações disruptivas no contexto das organizações. Neste sentido, fatores como P&D, cultura organizacional, recursos e tecnologia foram os mais explorados pelos artigos pesquisados, dando indícios da relevância destes itens ao processo de mudança organizacional visando o foco de desenvolver e comercializar produtos disruptivos.

Com base nos artigos avaliados, é possível afirmar que o fato do processo estratégico da empresa estar voltado à inovação e/ou à inovação disruptiva – presente em, pelo menos, cinco artigos estudados, também constitui um fator relevante. De igual forma, dentro da linha dos “recursos”, quatro artigos lembram do fator humano em citações ligadas a comportamentos, atitudes, desejo e disposição para inovar, o que reforça a importância de pessoas engajadas e preparadas para o desafio da inovação disruptiva.

Sete dos dez artigos analisados foram desenvolvidos a partir de estudos de caso em empresas atestando a veracidade dos fatores determinantes da inovação disruptiva no contexto das organizações. Em relação aos fatores externos, governo, instituições de conhecimento, parceiras e mercados são os fatores mais representativos, contudo quatro artigos não abordaram o ambiente externo no contexto da inovação disruptiva, podendo ser esta uma oportunidade para estudos futuros.

5. Conclusões

O presente artigo apresentou um conjunto de fatores determinantes para que a inovação disruptiva possa ser aplicada nas organizações, a partir da compilação de várias publicações relevantes ao tema. Além disso, foram identificadas intersecções e lacunas entre os fatores apresentados.

Foi possível perceber uma baixa sinergia entre os autores estudados, uma vez que a lista de fatores tidos como determinantes para a inovação disruptiva é diversificada, ou seja, trata-se de uma ampla gama de fatores, de acordo com o entendimento e a visão de cada autor, exigindo das empresas, portanto, uma série de adequações culturais e de cunho prático para que a inovação disruptiva floresça nas organizações e frutifique conforme esperado.

Esta ampla gama de fatores encontrada nas publicações traz sinais de que as empresas que desejam aplicar inovações disruptivas devem estudar cuidadosamente seu ambiente interno e externo para que, estrategicamente, sejam estabelecidas ações para tal. De igual forma, fatores como cultura organizacional, recursos humanos e materiais, e cuidados significativos com a gestão de pessoas podem ser considerados essenciais para esta caminhada rumo à disrupção e, a eles, também cabem planos específicos de atuação para que a competitividade em inovação disruptiva seja alcançada.

Empresas de diversos segmentos e portes poderão utilizar esta pesquisa para estender suas competências em inovação ao estabelecer uma nova cultura de inovação junto à sua equipe de trabalho a partir da aplicação dos fatores aqui levantados e debatidos. Outrossim, empresas que já estão em um nível avançado quanto à aplicação da estratégia de inovação disruptiva poderão validar o que já foi feito internamente e potencializar suas ações a partir deste estudo.

Acredita-se que a inovação disruptiva pode ser potencializada por outros fatores não discutidos pelos artigos analisados nesta revisão integrativa. Como sugestão para pesquisas futuras aponta-se investigações que ampliem o conjunto de fatores determinantes da inovação disruptiva, baseadas em revisão da literatura e estudos de caso, bem como pesquisas que identifiquem as barreiras organizacionais à disrupção em produtos e serviços.

6. Referências

- Barbosa Jr., A. R., & Gonçalves, C. A. (2018). Fatores determinantes da inovação disruptiva. *Revista Ciências Administrativas*, v. 24, n. 1, 9 maio.
- Bernardi, L. A. (2003). Manual de empreendedorismo e gestão: *Fundamentos, estratégias e dinâmicas*. 1 Ed. São Paulo: Atlas.
- Birtchnell, T. (2011). *Jugaad* as systemic risk and disruptive innovation in India. *Contemporary South Asia*, v. 19, n. 4, p. 357–372, dez.
- Chen, J., Zhu, Z., & Zhang, Y. (2017). A study of factors influencing disruptive innovation in Chinese SMEs. *Asian Journal of Technology Innovation*, v. 25, n. 1, p. 140–157, 2.
- Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M. (2006). The ongoing process of building a theory of disruption. *Journal of Product Innovation Management*, 23, 39–55.
- Damanpour, F. (1991). Organizational Innovation: A Meta-Analysis of Effects of Determinants and Moderators. *Academy of Management Journal*, v. 34, n. 3.
- Damanpour, F., & Aravind, D. (2012). Managerial Innovation: Conceptions, Processes, and Antecedents. *Management and Organization Review*, v. 8, n. 2.
- De Vos, J. et al. (2016). Human induced pluripotent stem cells: A disruptive innovation. *Current Research in Translational Medicine*, v. 64, n. 2, p. 91–96, abr.
- Diab, S., Kanyaru, J., & Zantout, H. (2011). Disruptive Innovations: A dedicated forecasting framework. *adfa*, p. 1.
- Govindarajan, V., & Trimble, C. (2012). Reverse innovation: a global growth strategy that could pre-empt disruption at home. *Strategy & Leadership*, v. 40, n. 5, p. 5–11, 31 ago.
- Guttentag, D. et al. (2018). Why Tourists Choose Airbnb: A Motivation-Based Segmentation Study. *Journal of Travel Research*, v. 57, n. 3, p. 342–359, mar.
- Hang, C. C.; Chen, J.; Yu, D. (2011). An assessment framework for disruptive innovation. *Foresight*, v. 13, n. 5, p. 4–13, 30 ago.
- Jianzhong, L. (2010). Fast Growth of New Ventures through Disruptive Innovation: A Case Study of Ctrip. Anais... In: 2nd IEEE International Conference on Information Management and Engineering. Dalian, China: 2010. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5477910>>. Acesso em 15 set. 2018.
- Karimi, J., & Walter, Z. (2015). The Role of Dynamic Capabilities in Responding to Digital Disruption: A Factor- Based Study of the Newspaper Industry. *Journal of Management Information Systems*, v. 32, n. 1, p. 39– 81, 2 jan.
- Kranz, J. J., Hanelt, A., & Kolbe, L. M. (2016). Understanding the influence of absorptive capacity and ambidexterity on the process of business model change - the case of on-premise and cloud-computing software: Understanding the dynamics of business model change. *Information Systems Journal*, v. 26, n. 5, p. 477–517, set.
- Lewin, J. J., Choi, E. J., & Ling, G. (2016). Pharmacy on demand: New technologies to enable miniaturized and mobile drug manufacturing. *American Journal of Health-System Pharmacy*, v. 73, n. 2, p. 45–54, 15 jan.
- Li et al. (2010). The influencing factors of disruptive innovation in China's high-tech SMEs: A case study. IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology. Anais... In: 2010 IEEE International Conference On Management Of Innovation & Technology. Singapore, Singapore: IEEE, 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5492725/>>. Acesso em: 15 set. 2018.
- Lin, C. P., Zhang, Z.G., & Yu, C. P. (2015). Measurement and empirical research on low-end and new market disruptive innovation. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, v. 18, n. 6, p. 827–839, 2 nov.
- Millan, J., Yunda, L., & Valencia, A. (2017). Analysis of Economic and Business Factors Influencing Disruptive Innovation in Telehealth. *Nova*. 15 (28). Pp 125-136.
- OECD., Manual de Oslo. (1997). *Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 3ª edição, FINEP, Disponível em: <<https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>. Acesso em: 14 setembro 2018.

- Pagliuso, A., Cardoso, R., & Spiegel, T. (2010). *Gestão organizacional: o desafio da construção do modelo de gestão*. São Paulo: Saraiva.
- Palmieri, A., & Baglieri. (2010). The disruptive innovation in the automatic warehouses industry: Empirical evidence from an Italian company. Proceedings of APMS 2010 - International Conference on Advances in Production Management Systems. Anais... In: Proceedings of APMS 2010 - International Conference on Advances in Production Management Systems. Cernobbio, Como, Italy.
- Petros, Z., Makonnen, E., & Aklillu, E. (2017). Genome-Wide Association Studies for Idiosyncratic Drug-Induced Hepatotoxicity: Looking Back–Looking Forward to Next-Generation Innovation. *OMICS: A Journal of Integrative Biology*, v. 21, n. 3, p. 123–131, mar.
- Pompeo, D. A., Rossi, L.A., & Galvao, C. M. (2009). Revisão integrativa: etapa inicial do processo de validação de diagnóstico de enfermagem. *Acta paul enferm. São Paulo*, v. 22, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ape/v22n4/a14v22n4.pdf>> Acesso em: 14 setembro 2018.
- Porter, M. E. (1999). *Competição: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro: Elsevier
- Prabhu, G. N.; Gupta, S. (2014). Heuristics of Frugal Service Innovations. Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration Anais...In: 2014 Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration. Delhi, India.
- Schumpeter, J. A. (1988). *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural.
- Silva, L. L., da. (2015). *Inovação Disruptiva no Modelo de Negócio da Imprensa Generalista Portuguesa*. Dissertação (Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial) – Instituto Superior de Tecnologia e Gestão, Universidade de Lisboa. Disponível em: <<https://www.iseg.ulisboa.pt/aquila/getFile.do?fileId=679910&method=getFile>>. Acesso em 16 setembro 2018.
- Simantob, M., & Lippi, R. (2003). *Guia Valor Econômico de Inovação nas Empresas*. Editora Globo.
- Souza, M. T., Silva, M. D. Da., Carvalho, R. De, (2010). Revisão Integrativa: O que é e como fazer? *Einstein*, 8(1 Pt 1), pp. 102-106. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf>. Acesso em 14 setembro, 2018.
- Tigre, P. B. (2006). *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Tidd, J.; Bessant, J. (2015). *Gestão da Inovação*. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman.
- Torraco, R. J. (2005). Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), pp. 356-367.
- Trisetyarso, A.; Hastiadi, F. F. (2016). Disruptive innovations dynamics. 11th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS). Anais... In: 2016 11th International Conference On Knowledge, Information And Creativity Support Systems (KICSS). Yogyakarta, Indonesia: IEEE, nov. 2016. Disponível em:<<http://ieeexplore.ieee.org/document/7951415/>>. Acesso em: 15 set. 2018.
- Urbinati, A. et al. (2018). An Exploratory Analysis on the Contextual Factors that Influence Disruptive Innovation: The Case of Uber. *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 15, n. 03, p. 1850024, jun.
- Yeh, S. T., & Walter, Z. (2016). Determinants of Service Innovation in Academic Libraries through the Lens of Disruptive Innovation. *College & Research Libraries*, v. 77, n. 6, p. 795–804, 1 nov.
- Zhou, J., Tong, Y., & Li, J. (2012). Disruptive innovation for the base of the pyramid market - a case study on China's Shanzhai cell phone industry. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, v. 6, n. 4, p. 392.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Associação Estação da Luz: um caso de inovação social?

Júlia Mitsue Vieira Cruz Kumasaka

Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil

juliamitsue@hotmail.com

Sandra Maria dos Santos

Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuaria e Contabilidade, Brasil

smsantos@ufc.br

Fernanda Salvador Alves

Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração e Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Brasil

fesalves@gmail.com

Resumo

A inovação social já é um conceito bastante abordado entre os tipos de inovação. Porém, muito ainda precisa ser visto sobre suas características e práticas. Uma das formas de analisá-las é por meio do modelo de Tardif e Harrisson (2005), de cinco dimensões: Transformações, Caráter Inovador, Inovação, Atores e Processos. O objetivo principal dessa pesquisa foi identificar as dimensões de inovação social de Tardif e Harrisson (2005), na Associação Estação da Luz. Elaborou-se uma pesquisa qualitativa e descritiva, com coleta de dados mediante entrevista semiestruturada, análise documental e observação direta. A análise dos dados ocorreu por categorização Bardin (2006), com o auxílio do *software* ATLAS.ti 7. Como resultados, percebeu-se que a Associação foi gerada por atores organizacionais e desde sua fundação, impactou positivamente os atores envolvidos. Trazendo cultura, esporte, lazer e educação para uma comunidade carente, possibilitou uma nova realidade para seus beneficiários. Porém, não foi identificada como uma inovação social sob a ótica da teoria abordada, pois não apresentou características importantes, tais como estrutura econômica e modelo de trabalho colaborativo com os beneficiários e participação direta dos beneficiários na tomada de decisões.

Palavras-chaves

Inovação social; Tardif e Harrisson; Pesquisa Qualitativa; Associação Estação da Luz; Brasil.

1. Introdução

Segundo Bignetti (2011), os assuntos relacionados à economia social estão avançando rapidamente, já que é nítido que as políticas existentes não são suficientemente satisfatórias para atender as demandas atuais da população.

A inovação social surge para atender necessidades e proporcionar benefícios sociais às comunidades, com a criação de novos produtos, serviços, estruturas organizacionais ou atividades que vão contra à exclusão social, a segregação e a privação de oportunidades (Moulaert et al., 2013).

Existe uma preocupação e uma vontade de estudar com mais profundidade todas as dimensões e características que cercam a inovação social, pois ela não pode ser entendida

apenas como várias práticas, mas como um campo de pesquisa novo e, portanto, em construção teórica (Moulaert et al., 2013).

Inovação social é definida um processo que começa com os atores sociais, de forma voluntária ou não, transformando as relações sociais e a orientação cultural normalmente imposta. Ela, respondendo a uma necessidade traz uma solução ou aproveita uma oportunidade de ação. Tais processos podem ser traduzidos em novos arranjos sociais, organizacionais ou institucionais, ou mesmo novos produtos ou serviços (Crises, 2017).

Alguns autores já definiram modelos e dimensões das Inovações Sociais. Cloutier (2003) distingue quatro diferentes classificações para as inovações sociais: 1) o objeto em si; 2) a criação, a implementação, o processo; 3) o impacto das mudanças; e 4) os resultados alcançados. Outro modelo que também merece ser citado é o de Mulgan (2006), modificado por Murray et al. (2010). Este estudo defende que as inovações sociais passam por alguns estágios antes de realmente se estabelecerem: 1) os avisos, 2) as propostas, 3) os protótipos, 4) a manutenção, 5) a escala e finalmente 6) a mudança sistemática (Patias et al., 2017). Entre os vários estudos publicados, um dos mais conceituados é o de Tardif e Harrisson (2005), que definiu cinco dimensões e respectivas subdimensões. Assim, tem-se Dimensão 1) Transformações, 2) Caráter Inovador, 3) Inovação, 4) Atores e 5) Processos.

A primeira dimensão (Transformações) busca entender o contexto macro e micro do surgimento da inovação social, ou seja, o ambiente problemático que deu origem a criação da inovação social. Uma inovação social costuma surgir em momentos de instabilidade econômica ou social. A ruptura ou a descontinuidade de uma estrutura social geram modificações estruturais. Essas mudanças podem afetar as estruturas econômicas, fazendo com que as pessoas ou organizações envolvidas na inovação social precisem se adaptar (ajustamento), elaborar novas trajetórias (reconversão) ou formar toda uma nova estrutura (emergência) de produção.

No contexto das transformações sociais, as mudanças deste contexto de desordem acabam gerando uma recomposição e reconstrução dos laços sociais. Cenários de exclusão e marginalização social e econômica também estão ligados às transformações sociais.

A segunda dimensão (Caráter Inovador) aborda a forma como os atores lidam com momentos transformadores, gerando a inovação. De acordo com Maurer (2011), a inovação ocorre por meio da ação social (que apresenta as etapas de construção ou formulação da inovação social), do tipo de economia a qual ela pertence (que pode ser ela economia do saber, mista ou social), e dos diferentes modelos, que podem ser gerados a partir de sua implantação e disseminação (de trabalho, de desenvolvimento, de governança ou o chamado modelo de Quebec).

A terceira dimensão (Inovação) é constituída inicialmente pela escala. Para Tardif e Harrisson (2005), as inovações sociais seriam locais e localizadas, por natureza. Também podem ser de diferentes tipos (técnica, com produtos ou tecnologias que trazem melhorias na vida dos indivíduos; socio técnica, constituída de tecnologias para o ambiente organizacional; organizacional, referindo-se a melhorias diretas para os funcionários; institucional, ligadas especificadamente a atuação do Estado; e sociais, onde se encontrariam as inovações que partissem de atores da sociedade civil). A finalidade da inovação social seria a cooperação entre atores para mudar as interações entre si e com o seu ambiente, buscando diminuir os efeitos de uma situação de crise, para harmonizar os diversos interesses envolvidos, individuais e coletivos, em prol do objetivo em comum.

Na quarta dimensão (Atores), estuda-se as interações existentes entre os diversos atores envolvidos na inovação social, em seus diferentes níveis de contato. Esses atores também são

classificados em diferentes tipos: os sociais (movimentos comunitários e sindicatos), os organizacionais (empresas privadas), os institucionais (atores diretamente atrelados ao Estado), e os intermediários (que podem surgir das próprias relações formadas, como redes de alianças e comitês). Com essas interações, ocorre o cruzamento de identidades, valores e normas, gerando a aprendizagem coletiva, que pode ser responsável pela constituição de novas regras e padrões sociais.

A quinta dimensão (Processos) busca entender os meios percorridos em busca dos meios, os modos de coordenação e as restrições enfrentadas. Em relação aos meios, a integração entre os atores é buscada para alcançar os objetivos, assim como a negociação e a concertação que devem ser estabelecidas. Além disso, acontecem parcerias formais e informais. Diferentes meios de empoderamento e difusão também podem ocorrer, desde uma forma natural e fluída, até algo mais coercitivo.

Quanto aos meios de coordenação, a inovação é, muitas vezes, descrita como um processo de aprendizagem coletiva com o envolvimento de diversos atores. Assim, é necessário que existam participação e mobilização de atores. Métodos de avaliação dos projetos desenvolvidos e das suas consequências auxiliam na compreensão das restrições existentes, como a complexidade, a resistência e as tensões geradas pelos participantes e pela existência de compromissos, além da rigidez institucional (TARDIF; HARRISSON, 2005). A figura 1 traz as cinco categorias e suas subdivisões, facilitando o entendimento e a visualização da abrangência deste modelo.

Figura 1 – Dimensões de Análise da Inovação Social

Dimensões	Subdimensões
Transformações	Contexto macro / micro (Crise, ruptura, descontinuidades, modificações, estruturais) Estruturas econômicas (emergência, reconversão, ajustamento, relações de trabalho/produção/consumo) Transformações sociais (recomposição, reconstrução, exclusão/ marginalização, prática, mudança, relações sociais/ de gênero)
Caráter Inovador	Ação social (tentativas, experimentos, políticas, programas, arranjos institucionais, regulação social) Economia (do saber/ conhecimento, mista, social) Modelo (de trabalho, de desenvolvimento, de Quebec, de governança)
Inovação	Escala (local) Tipos (técnica, socio técnica, social, organizacional, institucional) Finalidade (bem comum, interesse geral, interesse, coletivo, cooperação)
Atores	Sociais (movimentos cooperativos/ comunitários/ associativos, sociedade civil, sindicatos) Organizacionais (empresas, organizações da economia social, organizações coletivas, destinatários) Institucionais (Estado, identidade, valores/normas) Intermediários (comitês, redes sociais/de alianças/de inovação)
Processos	Meios (parcerias, concertação, integração, negociação, empoderamento, difusão) Modo de coordenação (avaliação, participação, mobilização, aprendizagem) Restrições (complexidade, incerteza, resistência, tensões, compromissos, rigidez institucional)

Fonte: Adaptado de Tardif e Harrisson (2005).

Mesmo havendo diversos modelos que tratam e caracterizam esse constructo Inovação Social, o modelo de Tardif e Harrisson (2005) mostra-se mais completo e aprofundado, pois possui dimensões e subdimensões bem definidas e, também, inter-relacionados.

Compreender a caracterização de organizações que desenvolvem práticas sociais, mostra-relevante pois essas organizações precisam ser estudadas nas suas especificidades. Ainda há

poucos estudos envolvendo o terceiro setor e muitas práticas organizacionais utilizadas são ‘recicladas’ do setor produtivo. Além disso, avaliar um modelo mundialmente reconhecido em organizações brasileiras pode ser relevante pois permite avaliar se o modelo é válido para a realidade brasileira ou se deve sofrer variações para se adequar as especificidades locais.

Assim, o presente trabalho identificou as dimensões de inovação social de Tardif e Harrisson (2005), na Associação Estação da Luz. Essa instituição sem fins lucrativos, localizada no município de Eusébio (Ceará), tem atua em ações de educação, cultura e esporte com 800 beneficiários (Sathya Sai, 2017).

2. Metodologia

Esta foi uma pesquisa qualitativa, pois buscou entender de forma detalhada os significados e percepções dos entrevistados sobre os acontecimentos e características relacionadas ao objeto de estudo (Richardson, 2012). Foi uma pesquisa descritiva, por objetivar entender e descrever os aspectos de uma situação específica. Além disso, é um estudo de caso, por ser um estudo profundo de um único objeto (Gil, 2002).

O caso em análise foi a Associação Estação da Luz, escolhida por ganhar em 2017 o Prêmio Melhores ONGs Época Doar, um selo concedido pelo Instituto Doar em parceria com a Revista Época. Este prêmio define as melhores ONGs brasileiras, baseando-se na sua eficiência, transparência, qualidade de gestão e boa governança (Scaliotti, 2017).

Os sujeitos de pesquisa (entrevistados) foram cinco pessoas (E1, E2, E3, E4 e E5) com cargos de gestão. A coleta de dados utilizou de documentos (sites da Associação e o estatuto), observação direta e entrevista semiestruturada. Já as entrevistas ocorreram entre os meses abril e maio de 2018, na sede da Associação.

A análise dos dados foi feita de acordo com a análise de conteúdo definida por Bardin (2006), que consiste na descrição do conteúdo das informações conseguidas, inferindo conhecimentos pelo uso de variáveis. As três etapas sugeridas por Bardin (2006) foram realizadas: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Foi utilizado o *software* ATLAS.ti 7 para a identificação das categorias, subcategorias e suas análises para atender aos objetivos da pesquisa. Foram utilizadas categorias *a priori*, que correspondem às cinco dimensões e suas subdivisões, descritos no quadro 1.

3. Discussão e Análise dos Resultados

A seção de análise e discussão dos resultados obtidos é dividida entre a descrição do objeto de estudo e as cinco dimensões do modelo de Tardif & Harrisson (2005).

3.1. Associação Estação da Luz

A Associação Estação da Luz é uma organização não governamental (ONG) sem fins lucrativos que visa desenvolver crianças e adolescentes, através da cultura de paz e da solidariedade (Estação Luz, 2016).

Foi criada em fevereiro de 2004, a partir da iniciativa de um grupo de voluntários. Eles, para definir a atuação da Associação, fizeram um diagnóstico participativo nas comunidades que seriam beneficiadas. Percebe-se que, desde o seu início, a Associação buscou a integração

com os membros das comunidades e seus líderes.

A Associação possui três vertentes principais: educação, esporte e cultura, que totalizam mais de 800 crianças, adolescentes e jovens beneficiados. Eles são acompanhados por psicólogos, pedagogos e assistentes sociais, em ações que visam a difusão da cultura de paz, dos valores humanos e aprendizagem (Estação Luz, 2016).

Na vertente Educação, a instituição possui a Escola Professor Clodomir Teófilo Girão que, atualmente, atende 172 crianças do infantil III até o 6º ano do Ensino Fundamental. O método de ensino utilizado é diferenciado em relação às escolas da região por ser baseado no método Sathya Sai. Além disso, para os jovens há o Projeto Profissionalização de Jovens que contempla 30 jovens entre 16 e 24 anos, com foco na inserção no mercado de trabalho da área de manutenção de computadores e redes.

Já na vertente do Esporte, a Associação contém o projeto Vida e Esporte que beneficia 465 crianças e adolescentes com a escolinha de futebol e aulas recreativas e 90 crianças de 5 a 12 anos com a escolinha de ginástica rítmica. E em relação à cultura, conta com o projeto Tocando a Vida que assiste 80 crianças e adolescentes com aulas de flauta, violão, percussão e canto.

Além disso, tem parceria com a produtora Estação Luz Filmes para a produção de filmes relacionados à cultura de paz e espiritualidade, por exemplo os filmes ‘Bezerra de Menezes’ e ‘As Mães de Chico Xavier’ (Girão, 2017). A Associação Estação da Luz também faz parcerias e participa de outras ações, como a Mostra Brasileira de Teatro Transcendental, o Festival de Cinema Transcendental e a Marcha pela Vida (Estação Luz, 2016).

A captação de recursos financeiros para o funcionamento da Associação ocorre por meio dos incentivos fiscais das leis de incentivo ao Esporte e à Cultura e por doações de pessoas físicas e jurídicas (Scaliotti, 2017). Segundo o site da Associação Estação da Luz (2016):

Nossa maior missão é promover a paz e a solidariedade como produto final de nossas ações. Combinando eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica, abrimos espaço para a formação de novas parcerias e adoção de práticas reconhecidamente eficazes de responsabilidade social.

3.2. Dimensão Transformações

Para analisar a dimensão Transformações, necessita-se inicialmente entender o contexto macro (Brasil) e micro (município de Eusébio).

O Brasil é um dos países mais inseguros do mundo e o primeiro no ranking da América Latina. Uma pesquisa da Organização das Nações Unidas (ONU), de 1997, mostra o Brasil em terceiro lugar em taxas de assassinato por habitante (Vergara, 2002). De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2002, havia 19,9 homicídios a cada 100 habitantes (Gonçalves et al., 2017). Assim, a violência faz parte do cotidiano dos brasileiros.

Analisando o contexto micro, a região metropolitana de Fortaleza, onde está localizado o município de Eusébio, teve uma crescente evolução anual e variação média da taxa de óbitos por agressão identificados pelo local de residência da vítima (por 100 mil por habitante), saindo de 21,04 em 2001, para 27,24 em 2004, superando todas as outras regiões do estado, excluindo o caso da capital (Ceará Pacífico, 2017). Ademais, esse é um dos municípios cearenses com as maiores taxas de desigualdade dentro da própria cidade. Isso ocorre porque parte da população é constituída por cidadãos de alta renda de Fortaleza buscando sair da

rotina atribulada da cidade de origem. Já o restante da população é constituído por pessoas pobres e desempregadas, que possuem renda domiciliar mensal aproximada de meio salário mínimo (Costa; Dantas, 2009). Assim, identifica-se um contexto de crise tanto em nível macro quanto micro.

De acordo com os entrevistados, a estrutura econômica não foi considerada para a formulação da inovação social. Como a inovação social baseava-se na oferta de atividades relacionadas a cultura, esporte e educação, e não na geração de renda, não se adaptou, elaborou-se novas trajetórias ou formou-se uma nova estrutura de produção.

A vulnerabilidade e a marginalização dos indivíduos da comunidade já eram de conhecimento da instituição estudada (Associação Estação da Luz) o que pode ser observado pela fala da entrevistada E2 (2018):

Primeiro a gente foi ver qual era a carência, porque todo projeto, ele começa a partir de uma necessidade, de um objetivo, de alguma coisa. E aí a nossa demanda foi justamente essa, né. Os nossos beneficiários da comunidade de perto, eles não tinham essa questão de “ah, um teatro”, “ah, uma escola”, “um projeto de futebol”. Foi questão de trabalho de formiguinha mesmo. De saber qual era a necessidade da comunidade pra então a gente começar a atuar.

Mas, mesmo com o contexto de desvantagem social, o que realmente definiu o local de atuação e a comunidade atendida pela instituição estudada foi a proximidade com empresas parceiras e com empreendimentos de pessoas envolvidas com a constituição da Associação, como afirmou o entrevistado E1 (2018):

Quando a gente começou a atuar lá no Eusébio, a gente não focou a sociedade do Eusébio, mas foi mais uma questão de condição que a gente tinha por parte das empresas do grupo estarem lá, né, parte do grupo empresarial estar lá, a gente teve a oportunidade de atuar lá. Mas não foi nenhuma ação voltada a atuar diretamente na questão social do Eusébio.

Dentro desta realidade, a Associação passou a proporcionar lazer, cultura, educação e profissionalização, além de “pegar esses meninos, tirar da rua e dar uma função, dar uma atividade, dar algo que motive eles positivamente” (E5, 2018). Após esses anos de atuação, ela conseguiu crescer e ser valorizada e respeitada pelo trabalho realizado, o que pode ser enfatizado pela lista de espera para ingressar na escola, que é o triplo da sua capacidade, de acordo com todos os entrevistados. A figura 2 resume os achados desta dimensão na Associação pesquisada.

Figura 2 – Resultados da dimensão Transformações

Associação Estação da Luz
O contexto macro e micro eram caracterizados pela crise de violência. As estruturas econômicas não estimularam a criação da Inovação social. Assim, o interesse eram transformar a realidade social de vulnerabilidade, exclusão e marginalização dos beneficiários. Havia também o interesse em alterar as relações sociais e de gênero também.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019), com base nas dimensões de Tardif e Harrisson (2005).

3.3. Dimensão Caráter Inovador

A ideia inicial para a fundação da Estação da Luz foi caracterizada pelo entrevistado E3 (2018) da seguinte forma: “a Estação da Luz foi criada por um grupo de amigos empresários, né, que viram essa necessidade aqui da comunidade”, e complementada pelo entrevistado E1 (2018): “o grupo sentiu a necessidade de trabalhar o social, tanto externo como internamente, né... qual o nosso papel diante do mundo, né? Diante da humanidade. Da nossa família, das nossas responsabilidades”.

Dessa forma, a Associação Estação da Luz foi iniciada por um grupo de amigos empresários e dentro de uma organização (Servis Segurança Ltda), fazendo parte do seu departamento de responsabilidade social, caracterizados como atores organizacionais. Quando os projetos começaram a crescer, foi necessário criar a Associação para cuidar deles. Tal situação foi descrita pelo entrevistado E1 (2018):

A constituição da Associação Estação da Luz, é importante citar, ela foi uma necessidade para que acontecesse uma gestão profissional, entendeu? Era um grupo de empresários e tal, então a gente tava ajudando ali, principalmente o grupo financeiro, tava ajudando, mas o dinheiro saía da empresa, pagava um determinado equipamento, ajudava com alimentação de outra entidade... e aí era uma coisa assim que não tinha um certo modelo de gestão, né? O nascimento da Estação da Luz legal, ela veio para poder dar essa cara, né.

Uma das características da ação social é a coesão e a adesão dos atores que compõem a inovação social (TARDIF; HARRISSON, 2005). Porém, na Associação estudada, não houve esse momento, pois ela foi criada intencionalmente e não por espontaneamente pelos beneficiários. Assim, o grupo foi formado a partir de processos seletivos e seu pagamento ocorria de acordo com o cargo ocupado.

No caso da Associação, apenas dois projetos iniciais acabaram frustrados, relatados pela entrevistada E2 (2018): “Foi o ‘Estação online’ e o ‘Reciclando atitudes’. Mas isso foi no início, do início mesmo. Talvez não fosse o foco, né, talvez não fosse a necessidade que a nossa comunidade tava precisando no momento”. Entende-se que a instituição tentou trabalhar com a inserção da tecnologia e com a área de reciclagem, porém, a resposta não foi positiva, já que as pessoas da comunidade não demonstraram tanto interesse e os projetos demandavam muito esforço, não trazendo o retorno esperado.

Quando analisada a economia que a Associação desenvolve, percebe-se que ela favorece uma nova economia do conhecimento, podendo ser observado pela fala do entrevistado E3 (2018):

Assim, a gente não é uma empresa com fins lucrativos, certo? Então o nosso valor aqui é social. Então dentro dos nossos projetos, da escola, essa metodologia que a gente usa [EVH], a gente tem as nossas capacitações profissionais para os nossos jovens pra ser inserido diretamente no mercado de trabalho. Aí eu acho que vem o valor econômico, certo? Mas assim, a gente gerar um produto pra gente ter lucro em cima desse produto, não tem.

O arranjo institucional foi, desde o início, padrão, com a possível participação de todos de forma indireta e respeitando a hierarquia e a autoridade existentes. Além disso, os

beneficiários não tinham ativa participação na associação, assim a dimensão Caráter Inovador não pode ser observada por completo na Associação estudada, devido à falta de características relacionadas a um novo modelo e a constituição da ação social. A figura 3 resume os achados desta dimensão na Associação pesquisada.

Figura 3 – Resultados da dimensão Caráter Inovador

Associação Estação da Luz
A ação social baseou-se em tentativas e experimentos, apresentando alguns fracassos. O arranjo institucional era padrão, sem nova forma de regulação social.
A economia desenvolvida é a do conhecimento, uma vez que a organização não tem fins lucrativos e o valor é social.
Não havia ativa participação dos beneficiários e por isso o modelo não foi identificado.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019), com base nas dimensões de Tardif e Harrisson (2005)

3.4. Dimensão Inovação

A escala de atuação da Associação Estação da Luz é de caráter local, mesmo que alguns alunos e profissionais morem em Fortaleza, Aquiraz ou outras localidades próximas. Identifica-se o caráter local, pois o impacto principal dos projetos ocorre na comunidade onde estão inseridos, no município de Eusébio.

Os beneficiários diretos são crianças e jovens entre 3 e 24 anos, além dos adultos e idosos que participam dos projetos de alfabetização e de profissionalização. Ademais, todos os entrevistados citam claramente que as famílias e os funcionários também são impactados de forma positiva, como pode ser observado na fala da entrevistada E4 (2018): “temos a nossa equipe, que eu considero os maiores beneficiários, isso sem demagogia” e na fala da entrevistada E5 (2018): “Porque a Estação não trabalha só com as crianças, a gente também faz reunião com os pais, tenta dar informação pra esses pais, faz campanha com os pais, campanha do dia da mulher, campanha de suicídio. Então todas essas campanhas a gente faz voltadas para esse público dos pais”.

Vale ressaltar que os funcionários participam de cursos explicativos sobre o método indiano utilizado na Associação e isso repercute em todas as áreas de suas vidas, como citado pelo entrevistado E1 (2018): “eu tiro pelo meu próprio exemplo, essa interação na minha vida profissional, né, e na minha vida pessoal, ela tá cada vez ficando mais próxima. Porque eu to aprendendo muito aqui na área social de quão importante é essa relação” e pela entrevistada E4 (2018): “Essa melhoria como pessoa, sabe? Refletir sobre algumas questões, identificar o que não tava legal, né, perceber aquilo que precisa ser melhorado. Porque é como eu te falei, não dá pra ser lá fora uma coisa e aqui dentro outra”.

A Estação da Luz proporciona acesso à educação, lazer, cultura, e principalmente, uma cultura de paz, amor ao próximo e espiritualidade diferente do que os seus beneficiários estão acostumados. De acordo com o entrevistado E2 (2018): “o objetivo principal da Estação da Luz é promover uma cultura de paz, fazer com que os nossos beneficiários, eles tenham oportunidades de crescimento de acordo com os nossos projetos”. O mesmo entrevistado em outro trecho diz: “e dentro dos nossos projetos fazer com que essas pessoas tenham uma realidade diferente dos pais, entendeu? Dentro dos nossos cursos profissionalizantes, da escola, do método que a gente ensina, entendeu? Então a gente tenta mudar essa realidade econômica”. Assim, pode-se identificar o tipo de inovação é o social, uma vez que partiram de atores da sociedade civil.

Sobre a sua finalidade, o Art 2º do Estatuto da Associação diz (Associação Estação Da

Luz, 2015):

A Associação Estação da Luz tem por finalidade apoiar e desenvolver ações para a defesa, elevação e manutenção da qualidade de vida do ser humano e do meio ambiente, através das atividades de Educação, Profissionalização, Cultura, Esporte, Lazer, Saúde, Meio Ambiente, Assistência Social e outras áreas de interesse público. Para a consecução de suas finalidades a Associação Estação da Luz poderá sugerir, promover, colaborar, conceder ou executar as suas atividades visando:

I – Prover ética, paz, cidadania, direitos humanos, democracia e todos os valores universais;

II – Promover assistência social às minorias e excluídos, desenvolvimento econômico e combate à pobreza;

A figura 4 resume os achados desta dimensão na Associação pesquisada.

Figura 4 – Resultados da dimensão Inovação

Associação Estação da Luz
Escala é local, pois o impacto restringe-se ao município de Eusébio. Tipo de inovação é social, pois foi estabelecida por atores da sociedade civil. A finalidade é o bem comum dos beneficiários.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018), com base nas dimensões de Tardif e Harrison (2005)

3.5. Dimensão Atores

O ator inicial da Associação Estação da Luz é a organização propriamente dita, na qual os empresários que se uniram para praticar boas ações, evoluindo para os projetos hoje executados. Além disso, as famílias dos beneficiários diretos e a equipe de funcionários também podem ser considerados atores sociais.

Além deles, atores organizacionais fazem parte do processo, pois foram estabelecidas parcerias para o desenvolvimento das atividades. Entre as parceiras estão: a empresa Ceará Segurança (que doou o terreno onde a Associação está localizada atualmente) e a Organização Sathya Sai (que detém o método de ensino utilizado e promove capacitações sobre ele). Outras parcerias são: SESC e SENAC (que proporcionam cursos profissionalizantes), Banco do Brasil (com oferecimento de voluntários na alfabetização de adultos e idosos) e empresa Servis Segurança (que oferece o local para as aulas de futebol). Outras parceiras importantes foram estabelecidas para contribuir para a manutenção das atividades da Estação da Luz (Estação Da Luz, 2016, 2018).

Apesar de possuir um bom relacionamento com os órgãos institucionais, principalmente com a prefeitura municipal, a Estação da Luz não possui parcerias fixas com atores institucionais, apenas parcerias estabelecidas por meio de editais com diversos ministérios. Já considerando os atores intermediários, cita-se a participação da associação na rede Coperbem, como afirmado pelo entrevistado E1 (2018):

Ela reúne várias instituições e várias empresas (...). As instituições, como eu disse, não são concorrentes, elas são colegas de atuação. Uma atua mais com jovem, outra atua mais com idoso, outra atua mais no lado da saúde. Então a gente tá se reunindo ali, né, pra trocar experiências, pra se ajudar, ora fazer com que cada um

cresça, dando as mãos mesmo, sabe?

Além disso, segundo a entrevistada E4 (2018):

Nós temos participação ativa também nos conselhos de direito do município... nós estamos compartilhando espaços, onde nos é dada autonomia para resolver algumas questões, né. E aí não só coisas relacionadas a nossa instituição, mas o município todo, que aí são os conselhos de direito, né. Então assim, a gente acaba tendo essa troca também com os equipamentos públicos e com as outras instituições aqui do município”. A figura 5 resume os achados desta dimensão na Associação pesquisada.

Figura 5 – Resultados da dimensão Atores

Associação Estação da Luz
São atores sociais : a própria associação, os beneficiários e os funcionários. Há diversas parcerias com atores organizacionais (empresas do segundo setor). As parcerias institucionais ocorrem apenas por meio de editais. Entre os atores intermediários , citam-se a Coperbem e a participação em conselhos municipais.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019), com base nas dimensões de Tardif e Harrisson (2005)

3.6. Dimensão Processos

Na subdimensão de meios, percebe-se que há integração e concertação com os diferentes atores rotineiramente e de diferentes formas. Há por exemplo, uma integração com os parceiros organizacionais. Porém, a integração fundamental, de acordo com o entrevistado E3 (2018), é com a família: “o beneficiário não fica aqui na instituição sozinho. Não é só o pai chegar, deixar, levar e acabou-se. Tem que ter a participação da família.” Então, muitas atividades são voltadas à família e isso gera um sentimento de pertencimento, como afirmou a entrevistada E2 (2018): “A horta, eles [os familiares] que vem ajudar a fazer, entendeu? Eles [os familiares] vem perguntar... “tia, a senhora vai precisar de mim? Hoje eu não posso não, mas tal dia...”. Ainda na subdimensão de meios, há empoderamento, como citado pela entrevistada E4 (2018):

... eu posso te citar os cursos de qualificação profissional, né, que aí a gente oferece esse curso pra comunidade, né, a comunidade se capacita, nessas oportunidades a gente trabalha a autonomia, trabalha a autoestima, trabalha o empreendedorismo, né, o empoderamento.

Além disso, os métodos de aprendizagem utilizados estimulam as crianças, como descrito pela entrevistada E4 (2018): “os meninos ficam extremamente críticos, né, eles têm perfil de liderança”. Entre os exemplos de difusão, pode-se citar: os filmes e o Teatro Transcendental, que auxiliam na disseminação dos ideais defendidos pelo projeto. Além disso, a Associação é aberta a todos que desejem entender, analisar, replicar e adaptar sua metodologia.

Avaliando a subdimensão de modo de coordenação, identificou-se a mobilização dos pioneiros no projeto para a formação do grupo de empresários que constituíram a Associação. Também houve mobilização quando da criação da Escola, pois foi necessário que colaboradores procurassem as famílias para iniciar suas atividades, como relata a entrevistada E2 (2018): “Antes na escola, nós tínhamos que ir atrás de alunos de porta em porta, né, batendo nas portas e as pessoas não queriam”.

Ainda na subdimensão de modo de coordenação, percebeu-se que não havia participação

direta de colaboradores e beneficiários, como descrito pela entrevistada E5 (2018):

A gestão participativa, ela se dá com um pequeno grupo. É um grupo de quatro gestores... a gente também tem o nosso grupo de responsabilidade social, eu tenho um grupo de estagiários, ela [a coordenadora dos projetos] tem o grupo dela de estagiários, outros assistentes sociais (...) a gente passa para os demais funcionários, mas também capta deles.

Em relação à avaliação de processos e resultados, ela ocorre periodicamente, conforme afirmou a entrevistada E5 (2018): “nós fazemos reuniões periódicas e a gente entende o que foi cobrado e o que foi feito. Então é basicamente nesse sentido em todos os setores.” Mesmo sendo informal, os gestores desejam formalizá-la, de acordo com o entrevistado E3 (2018): “É uma das coisas que a gente ta vendo com as meninas do social e da psicologia, exatamente a implantação desses relatórios. Não tem ainda assim...um sistema, algo concreto”.

Por fim, na subdimensão de modo de coordenação, a associação proporcionava um ambiente de aprendizagem contínuo. Até mesmo as crianças colaboram com o aprendizado dos adultos, ao identificar erros cometidos pelos adultos. Porém, a aprendizagem coletiva como é caracterizada por Tardiff e Harrison (2005) não é observada na instituição.

Entre as principais restrições enfrentadas, pode-se citar a resistência dos atores e as tensões provocadas pela novidade. Cita-se como exemplo a fala do entrevistado E1 (2018): “na implantação da escola, havia um certo preconceito por ela ser baseada no método Sathya Sai Educare, método indiano e tal.” Além disso, de acordo com a entrevistada E4 (2018): “Nós temos famílias comprometidas (...). Mas não são todas. Então eu acredito que a maior dificuldade seja essa.” A figura 6 resume os achados desta dimensão na Associação pesquisada.

Figura 6 – Resultados da dimensão Processos

Associação Estação da Luz
Entre os meios , destaca-se as parcerias e concertações com atores organizacionais e a integração com a família do beneficiado. Há empoderamento dos beneficiários e de seus familiares, por meio do processo educativo e dos cursos de capacitação. A difusão da inovação ocorre em diversos momentos.
Na coordenação , percebeu-se mobilização nas atividades iniciais da Associação, mas não havia participação direta dos beneficiários na tomada de decisões. A avaliação era periódica, porém informal. Já a aprendizagem era contínua, porém não coletiva.
Entre as restrições , destaca-se a resistência e a tensão dos atores em relação às mudanças e novidades.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018), com base nas dimensões de Tardif e Harrison (2005).

4. Conclusões

Essa pesquisa objetivou identificar as dimensões de inovação social de Tardif e Harrison (2005), na Associação Estação da Luz. Percebeu-se que a instituição estudada possuía características de uma inovação social, tais como: escala local, tipo de inovação, presença de meios e coordenação, interrelação de atores, entre outros.

Porém, não pode ser descrita como uma inovação social, de acordo com Tardif e Harrison (2005), pois há ausência de subdimensões e/ou elementos, tais como estrutura econômica e modelo de trabalho colaborativo com os beneficiários e participação direta dos beneficiários na tomada de decisões.

Assim, percebeu-se que um empreendimento pode aparentar ser uma inovação social (pelo tipo de impacto que causa), mas essa classificação deve considerar fortemente aspectos

como constituição e administração. A participação ativa dos beneficiários é fundamental numa inovação social.

Mesmo não sendo caracterizada como uma inovação social, a partir do modelo utilizado neste trabalho, as atividades, a importância e o impacto positivo que as atividades da instituição estudada possuem sobre a comunidade (de forma geral) e sobre os beneficiários (de forma específica) não podem ter a importância diminuída. Se, teórica e metodologicamente, ela não é uma inovação social; empiricamente, ela mostrou-se como uma ONG que utiliza um método de ensino diferenciado e eficiente e que transforma seu entorno.

A contribuição teórica do trabalho foi colaborar com a divulgação do constructo inovação social, distinguindo-o de outros conceitos e apresentando modelos que podem ser usados para estudá-lo. Já a contribuição prática foi a aplicação de um modelo reconhecido internacionalmente em um município cearense, ampliando o entendimento sobre o tema, bem como os limites do modelo proposto.

Como limitações da pesquisa, está a impossibilidade de entrevistar outros pioneiros da instituição. Além disso, acredita-se que uma maior imersão no seu cotidiano proporcionaria um maior entendimento sobre o desenvolvimento das atividades e poderia trazer maior riqueza de detalhes ao caso. Para estudos futuros, sugere-se um estudo que analise a perspectiva dos beneficiários sobre os impactos da associação nas suas vidas. Pode-se também avaliar se a associação poderia ser caracterizada como uma tecnologia social.

5. Referências

- Bardin, L. (2006). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bignetti, L. P. (2011). As inovações sociais: uma incursão por ideias, tendências e focos de pesquisa. *Ciências Sociais Unisinos*, 47(1), 3–14. <https://doi.org/10.4013/csu.2011.47.1.01>
- Ceará Pacífico: Movimento pela vida (Governo do Estado do Ceará) (2018). O cenário da violência e da criminalidade no Brasil e no Ceará: análise comparativa, 2017. Recuperado em 10 maio, 2018, de http://www.ceara.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/CP_Livro2_O-Cena%CC%81rio-da-Viole%CC%82ncia-e-da-Criminalidade-no-Brasil-e-no-Ceara%CC%81.pdf.
- Cloutier, J. (2009). Qu'est-ce que l'innovation sociale? In: CRISES. Centre de Recherche sur les Innovations Sociales. *Cahier du CRISES*. Québec, 2003. p. 1-46. Costa, M.; Dantas, E. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: Edições UFC.
- CRISES. (2018). Présentation. Recuperado em 06 maio, 2018, em <http://crises.uqam.ca/le-centre/presentation.html>. Estatuto da Associação Estação da Luz de 2015 (2015). Eusébio. Recuperado em 01 maio, 2018.
- Estação da Luz. (2016). Site Associação Estação da Luz. Recuperado em 23 janeiro, 2018, em: <http://www.estacaoluz.org.br/>.
- Gil, A. (2002). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1994.tb00406.x>
- Girão, S. (2017). Associação Estação da Luz. Recuperado em 23 janeiro, 2018, em: <http://mapa.cultura.ce.gov.br/agente/9766/#tab=sobre>.
- Gonçalves, H.; Queiroz, M.; Delgado, P. (2017). Violência urbana e saúde mental: desafios de uma nova agenda? *Fractal: Revista de Psicologia*, 29 (1), p. 17-23. doi: <https://doi.org/10.22409/1984-0292/v29i1/1256>.
- Maurer, A. M. (2017). As dimensões de inovação social em empreendimentos econômicos solidários do setor de artesanato gaúcho. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., & Hamdouch, A. (2013). The International Handbook on Social Innovation. *The International Handbook on Social Innovation*, 6–11. <https://doi.org/10.4337/9781849809993>
- Mulgan, G. (2006). The Process of Social Innovation. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, Cambridge, v.1, n.2, p. 145-162.

- Murray, R., Caulier-grice, J., & Mulgan, G. (2010). and Grow Social Innovation the Open Book of Social Innovation. *Young*, 30(8), 224. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0030166>
- Patias, T. Z., Gomes, C. M., Oliveira, J. M., Bobsin, D., & Liszbinski, B. B. (2017). Modelos De Análise Da Inovação Social: O Que Temos Até Agora? *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, 4(2), 125–147. <https://doi.org/10.18226/23190639.v4n2.07>
- Richardson, R. (2012). *Pesquisa Social: métodos e técnicas*. (3. ed.). São Paulo: Atlas.
- Sathya Sai. Site Organização Sathya Sai do Brasil. Recuperado em 3 maio, 2018, em <https://www.sathyasai.org.br/>.
- Scaliotti, O. (2017). Associação Estação da Luz está entre as melhores ONGs do país. *Tribuna do Ceará*. Recuperado em 23 janeiro, 2018, em <http://tribunadoceara.uol.com.br/blogs/investe-ce/2017/08/14/associacao-estacao-da-luz-esta-entre-as-melhores-ongs-do-pais/>.
- Tardif, C; Harrisson, D. (2005). Complémentarité, convergence e transversalité: La conceptualization de l'innovation sociale au CRISES. In: CRISES. Centre de Recherche Sur Les Innovation Sociales. *Cahiers du CRISES*. Québec. p. 1-81.
- Vergara, R. (2002). A origem da criminalidade. *Revista Super Interessante*. Recuperado em 26 março, 2018, em <https://super.abril.com.br/ciencia/a-origem-da-criminalidade/>.

Facilitadores e barreiras à inovação aberta: uma revisão integrativa da literatura

Paulo César Lapolli

Universidade Federal do Santa Catarina, Brasil

lapolli@gmail.com

Rafael Sanceverino Matos

Universidade Federal do Santa Catarina, Brasil

rsmattos@gmail.com

Gertrudes Aparecida Dandolini

Universidade Federal do Santa Catarina, Brasil

gguede@gmail.com

João Artur de Souza

Universidade Federal do Santa Catarina, Brasil

jartur@gmail.com

Inara Antunes Vieira Willerding

Universidade Federal do Santa Catarina, Brasil

inara.antunes@gmail.com

Resumo

O modelo de inovação aberta vem despertando o interesse, tanto por parte das organizações, como também pela comunidade acadêmica, nos últimos anos, por transcender as fronteiras da organização sua implementação pode se deparar com muitos desafios a serem vencidos. As organizações que pretendem utilizar este modelo devem conhecer os fatores facilitadores, bem como, as potenciais barreiras que influenciam diretamente neste modelo de inovação. Nessa perspectiva, o objetivo deste artigo é apresentar estes facilitadores e barreiras à inovação aberta. Para tal, uma revisão integrativa da literatura foi realizada nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, a fim de identificar e os principais facilitadores e barreiras à inovação aberta encontrados nos registros selecionados para esta pesquisa. Em linhas gerais, fatores como redes de colaboração e cultura organizacional podem potencializar o processo de inovação aberta. Mas, da mesma forma que a cultura facilita o processo de inovação aberta, pode representar um grande desafio a ser enfrentado. Ressalta-se que a contribuição deste artigo é dar uma visão destes facilitadores e barreiras à inovação aberta com a finalidade de estimular novos estudos que apresentem ações para potencializar os facilitadores e reduzir o impacto ou, até mesmo mitigar as barreiras à inovação aberta.

Palavras-chaves:

Inovação Aberta. Facilitadores. Barreiras.

1. Introdução

No século XXI, as organizações para manterem-se competitivas e sustentáveis devem continuamente buscar melhores práticas em seus processos e apresentar uma cultura em que a

ação de inovar esteja inserida nas atividades do dia a dia, a fim de garantir sua sobrevivência. Segundo Hana (2013), o século XXI está moldado em informação, conhecimento e uma economia inovadora. Afirma ainda, que o sucesso das organizações é dependente do conhecimento, da experiência, da criatividade dos colaboradores, sendo que a ênfase está na aprendizagem contínua e na pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Nesse sentido, a inovação efetiva é cada vez mais importante, pois não apenas determina a vantagem competitiva de uma organização, mas também sua sobrevivência (Söderquist & Godener, 2004). Assim, cada vez mais, organizações que buscam por melhores produtos/serviços por meio de iniciativas colaborativas entre diversos atores (clientes, fornecedores, governos, instituições de ensino e pesquisa, até mesmo concorrentes) tendem a se consolidar como uma organização voltada à inovação.

Diante desse cenário, a inovação aberta representa uma nova forma de criar redes inovadoras para alcançar objetivos comuns. Segundo Enkel, Gassmann e Chesbrough (2009), o processo de inovação está sendo cada vez mais aberto para se beneficiar de recursos externos. A criação de redes de inovação aberta não representa uma tarefa simples, para Dittrich e Duysters (2007) manter laços podem comprometer o sucesso de uma iniciativa de colaboração no modelo de inovação aberta.

Existem diversos fatores que podem acelerar o processo de inovação, bem como, dificultar ou mesmo impedir sua realização. Conhecer quais são estes facilitadores e barreiras é fundamental para que a organização desenvolva ações que venham a potencializar os facilitadores ou ações que reduz o impacto das barreiras, e assim, as organizações possam promover a sustentabilidade inovativa, o que pode representar diferenciais significativos de competitividade.

Realizou-se uma revisão integrativa da literatura nas bases de dados *Scopus* e *Web Of Science*, com o objetivo de identificar os fatores facilitadores e barreiras para inovação aberta.

Ressalta-se que não é objeto deste estudo sugerir ações a serem adotadas para os fatores facilitadores e barreiras encontrados durante a revisão integrativa da literatura. A sua contribuição está em apresentar um cenário destes facilitadores e barreiras que orbitam o campo da inovação aberta. Por fim, sugere-se novos estudos, tanto de casos para demonstrar estratégias a serem adotadas para enfrentar as barreiras, buscando um ambiente com mais facilitadores para a inovação aberta, quanto a ampliação da pesquisa, com estudos de casos que considerem diferentes mercados e negócios.

O presente estudo está estruturado em cinco seções incluindo esta introdução e as referências bibliográficas utilizadas. A segunda seção apresenta o referencial teórico sobre inovação aberta, a terceira seção descreve os procedimentos metodológicos, a quarta apresenta o desenvolvimento da revisão integrativa da literatura, e a quinta apresenta as considerações finais.

2. Inovação aberta

Segundo Bes e Kotler (2011) está-se enfrentando um paradoxo absoluto em que, a empresa ganha dinheiro se for eficiente, se aplicar regras de acordo com seus planos, evitando, na medida do possível, tudo que não puder ser explicado. No entanto, com o passar do tempo, a empresa manterá seus lucros, apenas, se tiver a capacidade de se adaptar a mudança e levar a inovação ao seu setor de mercado. O desafio da inovação e o segredo de fazê-la acontecer está na capacidade de conciliar essas duas tarefas aparentemente contraditórias.

O motivo pelo qual a inovação deve ser alcançada mediante projetos independentes e processos é consequência natural desse duplo objetivo contraditório: permanecer eficiente e, ao mesmo tempo, pensar a respeito da mudança daquilo que funciona hoje. Para as pessoas mudarem o modo que trabalham, elas devem parar de fazer o que estão fazendo, retroceder, pensar, repensar suposições, comparar e examinar como outras organizações trabalham, pensar a respeito de novas possibilidades, avaliá-las, projetá-las, refiná-las e testá-las; por fim levá-las ao restante da organização como uma tarefa que, então, pode e deve ser adotada como padrão e aceita como uma nova rotina (Bes & Kotler, 2011).

Os objetivos da inovação abrangem tudo aquilo que a empresa procura cumprir com o lançamento de novos produtos: a melhoria do processo, um novo modelo de negócios ou o ingresso em novos mercados, isto é, com todas aquelas implicações de uma mudança substancial no status quo (Bes & Kotler, 2011).

A inovação efetiva é cada vez mais importante, pois determina a vantagem competitiva de uma empresa e também sua sobrevivência (Söderquist & Godener, 2004), podendo ser apresentada por meio de duas abordagens: a inovação fechada ou tradicional e a inovação aberta. Nesse estudo, será dado ênfase a inovação aberta.

A inovação aberta pode ser definida pela utilização de fluxos de entradas e saídas intencionais de conhecimento na organização, com a finalidade de acelerar o modelo de inovação interna da empresa e ampliar os mercados para o uso externo da inovação (Chesbrough, 2003).

Após uma era de atividades de P&D mais centralizadas, a necessidade de acelerar o processo de inovação vem redirecionando o foco da pesquisa e desenvolvimento interno para um desenvolvimento colaborativo com parceiros externos (Gassmann, Enkel & Chesbrough, 2010).

O uso de recursos externos em P&D, é uma extensão da visão baseada em recursos Wernerfeld (1984), e é chamado de "Inovação Aberta". Esse termo foi utilizado primeiramente por Henry W. Chesbrough, em seu livro intitulado "*Open Innovation: The New Imperative For Creating and Profiting From Technology*", publicado em 2003 (Enkel, Bell & Hogenkamp, 2011).

3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo tem por objetivo identificar os fatores facilitadores e as barreiras à inovação aberta e para tal, realizou-se em uma revisão integrativa da literatura. Uma revisão integrativa tem por finalidade analisar um determinado número de publicações a fim de levantar informações sobre um objeto de estudo. Este tipo de revisão possibilita ao pesquisador analisar e sintetizar os estudos publicados, bem como identificar potenciais lacunas de conhecimento existentes na literatura (Polit & Beck, 2006, Roman & Friedlander, 1998).

Para Pompeo, Rossi e Galvão (2009, p. 435) a revisão integrativa é:

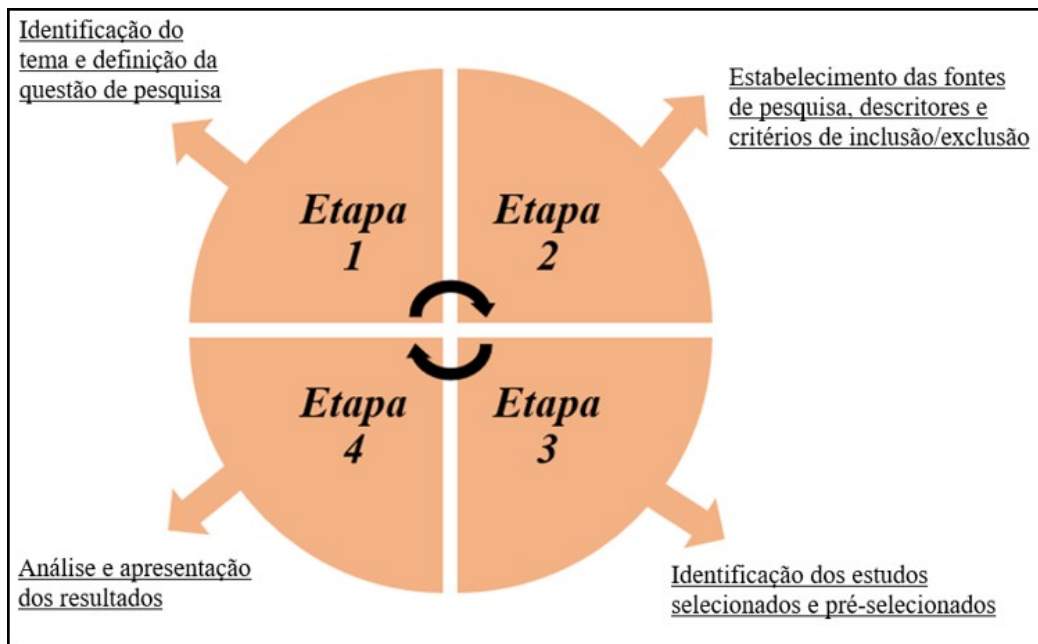
um método mais amplo de revisão, porque possibilita a inclusão dos aspectos teóricos e literatura empírica, bem como de estudos com diferentes abordagens metodológicas (quantitativas e qualitativas). O principal objetivo deste método é reunir e resumir estudos realizados em uma determinada questão, desenhando uma conclusão dos resultados evidenciados em cada estudo, mas analisar problemas idênticos ou semelhantes. Os estudos incluídos na revisão são analisados de maneira sistemática em

termos dos seus objetivos, materiais e métodos, permitindo o leitor analisar o conhecimento pré-existente sobre a questão investigada.

É um método que permite a criação de uma fonte de conhecimento atual sobre o problema e a determinação da validade de tal conhecimento para ser colocada em prática.

As etapas utilizadas nesta revisão integrativa da literatura foram definidas com base na proposta desenvolvida por Botelho, Cunha e Macedo (2011). A Figura 1 apresenta as quatro etapas realizadas.

Figura 1: Etapas do Processo da Revisão Integrativa da Literatura



Fonte: Adaptado de Botelho, Cunha e Macedo (2011, p. 129).

4. Desenvolvimento da Pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa vamos seguir as etapas do processo de revisão integrativa da literatura proposta na seção 3 deste estudo.

Etapa 1 – Identificação do tema e definição da questão de pesquisa: o tema definido para a revisão integrativa foi a inovação aberta. Este tipo de inovação que compreende a participação de diferentes atores atuando de forma colaborativa vem recebendo grande atenção por organizações e academia, devido a sua complexidade de implementação. Muitos são os fatores que podem influenciar tanto positiva quanto negativamente este modelo de inovação. Neste sentido, definiu-se a seguinte questão de pesquisa: Quais são os fatores facilitadores e barreiras à inovação aberta?.

Etapa 2 – Estabelecimento das fontes de pesquisa, descritores e critérios de inclusão/exclusão: As bases de dados utilizadas para a realização da pesquisa foram a *Scopus* e *Web of Science*. Os descritores referem-se aos termos utilizados para pesquisa nas bases de dados. Para esta revisão integrativa da literatura foram definidos os seguintes descritores: *open innovation*, *facilitators*, *barriers*. Na estratégia de pesquisa foram utilizadas palavras

sinônimas dos descritores a fim de ampliar o universo de registros a serem recuperados nas bases de consulta (Quadro 1).

Quadro 1: Descritores e Sinônimos definidos para a pesquisa

Descritor	Sinônimos
<i>Facilitator</i>	<i>Promote</i>
<i>Barriers</i>	<i>Barrier, impedim, obstacle</i>

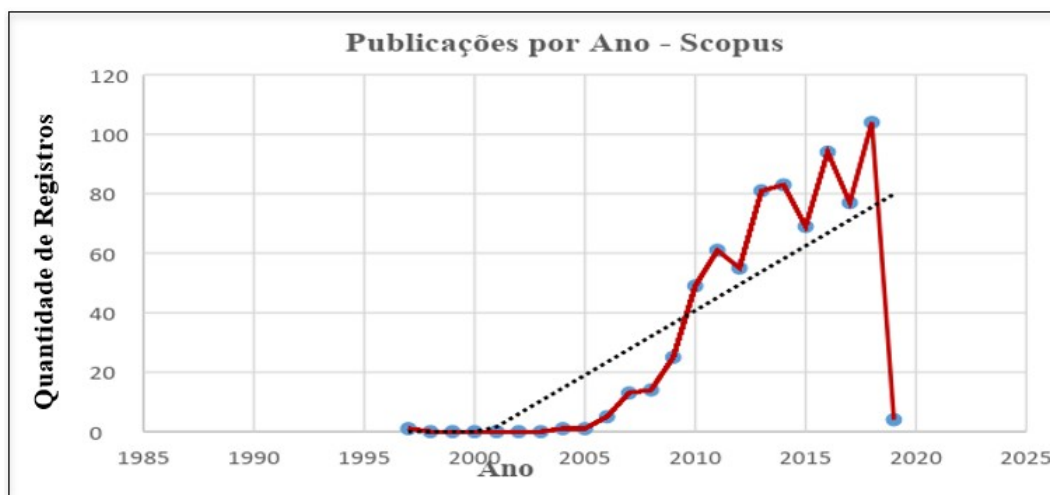
Fonte: Elaboração própria

Por fim, com base nos descritores e sinônimos utilizou-se a seguinte expressão de busca nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*: ("*open innovation*") AND ("*facilitat**" OR "*promote**" OR "*barrie**" OR "*impedim**" OR "*obstacl**"). Os critérios de inclusão e exclusão adotados foram:

- Temporalidade: atemporal;
- Registros disponibilizados na íntegra;
- Inclusão dos dez registros mais citados e os dez mais relevantes para cada base de dados.

Etapa 3 - Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados: a pesquisa nas bases de dados foi realizada entre 4 e 10 de janeiro de 2009. Nesta etapa da revisão integrativa foram recuperados 737 registros na base de dados *Scopus*, sendo que a primeira publicação, “Baseline analysis of 3 innovation ecosystems in East Africa”, de Paul Cunningham, Mirian Cunningham, Love Ekenberg, em 1997. A quantidade de registros recuperadas da base de dados *Web of Science* foi de 295, sendo a primeira publicação desta base, “How is it possible to profit from innovation in the absence of any appropriability”, dos autores Andrea Bonaccorsi, Monica Merito, Lucia Piscitello e Cristina Rossi-Lamastra, no ano de 2006. Nos Gráficos 1 e 2 pode-se observar a distribuição temporal das publicações das bases de dados pesquisadas.

Gráfico 1: Distribuição por ano – registros recuperados da base Scopus

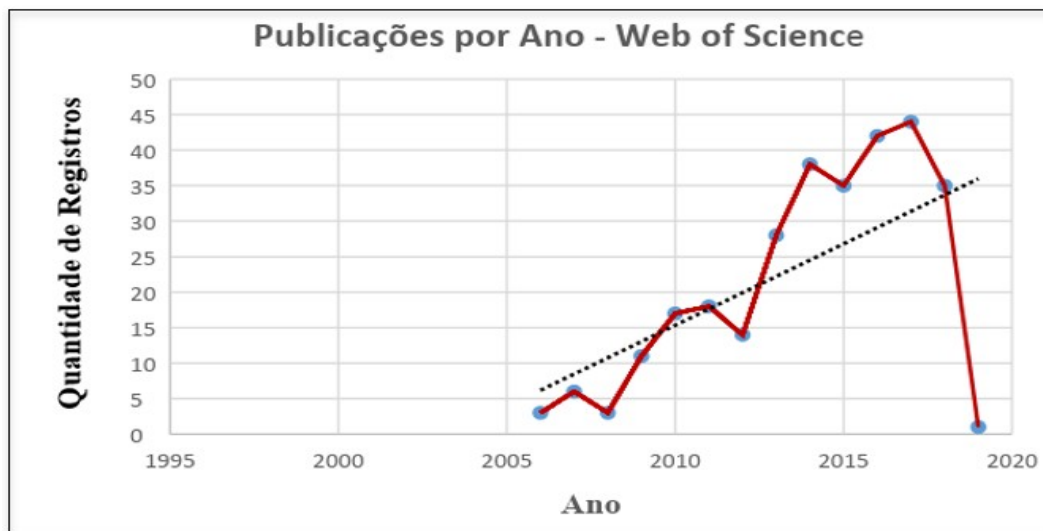


Fonte: Elaboração própria

A base *Scopus* apresentou o ápice de publicações sobre o tema de pesquisa deste artigo no ano de 2018, atingindo 104 publicações, como pode ser observado no Gráfico 1. A média anual é de 32 publicações.

Conforme pode-se verificar no Gráfico 2, o ano com o maior número de publicações da *Web of Science* foi em 2017, totalizando 44 publicações. A média anual é de 21 publicações.

Gráfico 2: Distribuição por ano – registros recuperados da base *Web of Science*



Fonte: Elaboração própria

A linha de tendência de publicações revela, em ambos os gráficos, que o tema inovação aberta vem, a cada ano aumentando o interesse por parte dos pesquisadores.

Do total de 1032 documentos recuperados, foram selecionados para leitura dos respectivos títulos, palavras-chave e resumo, os 20 documentos mais relevantes encontrados em cada base de dados. Dentre os 40 registros selecionados, ocorreram 2 duplicações de registros entre as bases, resultando em 38 documentos selecionados. Com base nesta leitura, cada documento recebeu uma nota compreendida entre 0,0 (zero) e 5,0 (cinco), onde 0,0 representa nenhuma aderência com esta revisão e, 5,0 total aderência. Em seguida, a média das notas foi calculada e os 20 registros melhores classificados foram selecionados para composição da amostra base para a análise completa. O Quadro 2 apresenta os 20 registros selecionados para o desenvolvimento desta revisão integrativa.

Quadro 2: Registros selecionados para a revisão integrativa da literatura

Título	Autor (es)	Ano	Base de Dados
Open Innovation as a Facilitator for Corporate Exploration	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.	2017	<i>Scopus</i>
Open innovation in SMEs - An intermediated network model	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Park, J.	2010	<i>Web of Science e Scopus</i>
Determinants and archetype users of open innovation	Keupp, M., & Gassmann, O.	2009	<i>Web of Science</i>
Do managerial ties support or stifle open innovation?	Naqshbandi, M. M., & Kaur, S.	2014	<i>Web of Science</i>

The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble	Dognn, M., Gann, D., & Salter, A.	2006	<i>Web of Science</i>
Implementation of Open Innovation Strategies: a Buyer-Supplier Perspective	Rosell, D. T.	2014	<i>Scopus</i>
Exploring a theoretical framework to structure the public policy implications of open innovation	De Jong, J. P. J., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W.	2010	<i>Web of Science</i>
Open Innovation and Regional Culture - findings from Different Industrial and Regional Settings	Tödttling, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.	2011	<i>Web of Science</i>
Determinants of Open Innovation and their Interrelations	Sag, S., Sezen, B., & Alpkan, L.	2019	<i>Scopus</i>
Establishing open innovation culture in cluster initiatives: The role of trust and information asymmetry	Nestle, V., Heidenreich, S., Taube, F. A., & Bogers, M	2018	<i>Scopus</i>
Strategic open innovation: Basics, actors, tools and tensions	Moslein, K. M., & Bansemir, B.	2011	<i>Scopus</i>
Open innovation and public administration: transformational typologies and business model impacts	Feller, J., Finnegan, P., & Nilsson, O.	2011	<i>Web of Science</i>
Application of evolutionary computation techniques for the identification of innovators in open innovation communities	Martinez-Torres, M. R.	2013	<i>Web of Science</i>
Contextual Effects in Open Innovation: a Multi-Country Comparison	Arbussã, A., & Lach, J.	2017	<i>Scopus</i>
Examining the relations between open innovation climate and job satisfaction with a PLS path model	Lee, C., Chen, Y., Tsui, P., & Yu, T.	2014	<i>Scopus</i>
Open Innovation Groundwork	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.	2019	<i>Scopus</i>
Open Innovation in Crowdfunding Context: Diversity, Knowledge, and Networks	Chu, C., Cheng, Y., Tsai, F., Tsai, S., & Lu, K.	2019	<i>Scopus</i>
Exploring open search strategies and perceived innovation performance from the perspective of inter-organizational knowledge flows	Chiang, Y., & Hung, K.	2010	<i>Web of Science</i>
Open Innovation and application to Petroleum Industry	Ibrahimov, B.	2018	<i>Scopus</i>
Innovation intermediaries: a process view on open innovation coordination	Katzy, B., Turgut, E., Holzmann, T., & Sailer, K.	2013	<i>Web of Science</i>

Fonte: Elaboração própria.

A leitura na íntegra foi feita nos 20 registros apresentados no Quadro 2 com a finalidade de possibilitar a categorização dos facilitadores e barreiras à inovação aberta realizada na etapa seguinte.

Etapa 4 – Análise e apresentação dos resultados: Nesta etapa foi realizada a identificação dos facilitadores e barreiras à inovação aberta extraídas dos registros selecionados na etapa anterior. Os Quadro 3 e 4 apresentam respectivamente os facilitadores e barreiras encontrados pela análise.

Quadro 3: Facilitadores à inovação aberta

Facilitadores	Autores
Alavancagem de ideias engavetadas por opções externas	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
Ambientes para compartilhar conhecimentos	Chiang, Y., & Hung, K.
	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
Apoio da alta administração	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Capacidade de fornecedores	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
Capital Humano	Tödting, F., Van Reine, Peter Prud'homme, & Dorhofer, S.
Clima Organizacional	Lee, C., Chen, Y., Tsui, P., & Yu, T.
Clusters de empresas	Moslein, K. M., & Bansemir, B.
	Nestle, V., Taube, F. A., Heidenreich, S., & Bogers, M.
Combinação de conhecimentos internos e externos	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
	Rosell, D. T.
Comunidades de inovação virtuais	Martínez-Torres, M. R.
Confiança em relações de parceria	Rosell, D. T.
Conhecimento externo	Martínez-Torres, M. R.
	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
Cultura organizacional	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Cultura regional	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
Disponibilidade de conhecimento científico	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
Empreendedorismo	De Jong, J. P. J., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W.
Especialidade empresarial	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Ferramentas para promover inovação aberta	Moslein, K. M., & Bansemir, B.
Flexibilidade empresarial	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Financiamento externo	Martínez-Torres, M. R.
Globalização	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
Imagem	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Integração de especialistas externos com inovadores internos	Moslein, K. M., & Bansemir, B.
Mercado de Capital	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
	De Jong, J. P. J., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W.
	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
Propriedade Intelectual	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Qualidade de pesquisa acadêmica	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.
Redes de colaboração	Chu, C., Cheng, Y., Tsai, F., Tsai, S., & Lu, K.
	De Jong, J. P. J., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W.
	Dognn, M., Gann, D., & Salter, A.
	Ibrahimov, B.
	Feller, J., Finnegan, P., & Nilsson, O.
	Katzy, B., Turgut, E., Holzmann, T., & Sailer, K.
	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
	Martínez-Torres, M. R.
Moslein, K. M., & Bansemir, B.	

	Naqshbandi, M. Muzamil, & Kaur, S.
	Rosell, David T.
	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Tecnologias modernas	Arbussã, A., & Llach, J.
	Dognn, M., Gann, D., & Salter, A.
	Martínez-Torres, M. R.
Trabalhadores qualificados	Sag, S., Sezen, B., & Alpan, L.

Fonte: Elaboração própria.

Os facilitadores descritos no Quadro 3 refletem a importância das redes de colaboração no processo de inovação aberta. Mas, para estas possam ser operacionalizadas, é necessário a existência de uma infraestrutura tecnológica moderna para permitir a troca de informações e conhecimentos e espaços físicos/virtuais voltados ao trabalho colaborativo.

O suporte de tecnologias modernas pode facilitar a inovação aberta, mas por si só não garantem o sucesso. A forma de utilização destas tecnologias é que irá permitir o suporte mais adequado para a inovação.

O conhecimento foi identificado como um dos principais fatores que favorecem o processo de inovação aberta nas empresas. Este conhecimento pode ser obtido, principalmente, através de especialistas internos e externos, dentro das redes virtuais e presenciais de colaboração, nas áreas de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) das empresas e em pesquisas acadêmicas de qualidade. Outros pontos abordados pelos autores devem ser considerados e compreendidos para que se possa conduzir o processo de inovação aberta de forma clara para a alavancagem dos negócios da organização.

Quadro 4: Barreiras à inovação aberta

Barreiras	Autores
Alta rotatividade de pessoas	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Ausência de empreendedores	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
Baixa capacidade de fabricação	Katzy, B, Turgut, E., Holzmann, T., & Sailer, K.
	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Baixa capacidade de reconfiguração organizacional	Keupp, M. M., & Gassmann, O.
Compartilhamento de conhecimentos com atores externos reduzido	Ibrahimov, B.
	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Comportamentos internos para compartilhar conhecimento	Rosell, D. T.
Conflitos entre inovação fechada e aberta	Moslein, K. M., & Bansemir, B.
Dificuldade de financiamentos	Katzy, B, Turgut, E., Holzmann, T., & Sailer, K.
	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Excesso de informações de clientes	Martínez-Torres, M. R.
Existência de um grau elevado de risco	Ibrahimov, B.
	Keupp, Marcus M., & Gassmann, O.
Falta de capacidade para gerenciar conhecimentos externos	De Jong, J. P. J., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W.
Falta de entendimento do processo interno de	Chiang, Y., & Hung, K.

inovação	Rosell, David T.
Falta de informação e habilidades	Keupp, M. M., & Gassmann, O.
Falta de mão-de-obra adequada	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Falta de recursos	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Falta de inovação tecnológica	Arbussà, A., Llach, J.
	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Hierarquia organizacional	Lee, C., Chen, Y., Tsui, P., & Yu, T.
Incapacidade de gerenciar o processo de inovação	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J..
Incertezas das relações externas	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
Incertezas sobre o mercado	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Inexistência de clima de trabalho aberto	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
Pouca pesquisa e desenvolvimento	Ibrahimov, B.
	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
	Feller, J., Finnegan, P., & Nilsson, O.
Logística ineficiente	Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Parkd, J.
Mudanças na cultura corporativa e regional	Ibrahimov, B.
	Wikhamn, B. R., & Styhre, A.
	Tödting, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S.
Políticas estratégicas de inovação não alinhadas com clientes	Martínez-Torres, M. R.
Propriedade Intelectual	Rosell, D. T.
Risco de vazamento de conhecimentos	Rosell, D. T.

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se observar no Quadro 4, que a grande maioria das barreiras apresentadas estão relacionadas a questões internas da organização. Encontrar os mecanismos adequados não se resume a uma tarefa simples e rotineira. Conhecer estas fraquezas é o primeiro passo para qualquer organização que busca ampliar sua capacidade de inovação. Mudanças, muitas vezes radicais, devem ser implementadas com o intuito de promover a flexibilidade e a gestão necessária para o gerenciamento do complexo processo de inovação aberta.

5. Considerações Finais

Partindo do pressuposto que o modelo de inovação aberta entende que o conhecimento pode ser adquirido em qualquer lugar, toda organização deve, necessariamente, ampliar seu processo inovativo para além das fronteiras organizacionais. Abrir as portas organizacionais para novos conhecimentos, buscar por redes de colaboração promotoras de inovação que alavanquem os negócios se torna cada vez mais comum no século XXI. Organizações não sobrevivem se insistirem em atuar como ilhas de conhecimento isoladas. Atuar colaborativamente se torna essencial para garantir a continuidade inovativa organizacional. Isso não significa abandonar o modelo de inovação fechado, onde o gerenciamento é realizado internamente.

A adoção deste novo formato organizacional passa por uma compreensão de toda a organização, bem como do mercado. A escolha de parcerias que venham agregar valor para a organização pode ser a diferença entre o sucesso e o fracasso de qualquer iniciativa de

inovação aberta.

Universidades, centros de pesquisas, governos, fornecedores, clientes e até mesmo concorrentes podem fornecer conhecimentos imprescindíveis para alavancar ideias internas da empresa. Por outro lado, muitos desafios e barreiras internas, podem impedir a inovação aberta. Questões culturais, tecnológicas, estruturais e organizacionais podem bloquear toda e qualquer iniciativa.

O facilitador rede de colaboração foi comentada em 12 dos 20 artigos selecionados, o que pode indicar sua importância para o contexto da inovação aberta.

O objetivo desta revisão integrativa da literatura foi identificar os facilitadores e barreiras à inovação aberta. Em face da complexidade que envolve o processo de inovação aberta, da existência de elementos que podem, ao mesmo tempo, representarem facilitadores ou barreiras à inovação aberta, novos estudos que demonstrem a aplicação de ações e estratégias com intuito de potencializar os facilitadores, bem como reduzir //mitigar potenciais barreiras, devem ser desenvolvidos.

A ampliação crescente de iniciativas de inovação aberta por meio de redes de colaboração entre organizações demonstra que este tipo de inovação tende a ser desenvolvida por qualquer empresa, independentemente do seu porte ou de seus recursos. Desta forma, modelos eficientes que venham a contribuir para a formação destas parcerias devem ser desenvolvidos e compartilhados com todos de forma a propiciar produtos e serviços inovadores que promovam a transformação da sociedade em geral.

6. Referências

- Arbussã, A., & Llach, J. (2018). Contextual effects in open innovation: a multi-country comparison. *International Journal of Innovation Management*, 22(2),
- Asakawa, K., Nakamura, H., & Sawada, N. (2010). Firms' open innovation policies, laboratories' external collaborations, and laboratories' R&D performance. *R&D Management*, 40(2), 109- 123.
- Badawy, M. K. (2011). Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development?: A perspective. *Technovation*. 31(1), 65-67.
- Bes, F. T. de, & Kotler, P. (2011). *A biblia da inovação - princípios fundamentais para levar a cultura da inovação contínua as organizações*. Tradução Carlos Szlak. São Paulo: LeYa.
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. A., & Macedo, M. O Método da Revisão Integrativa nos Estudos Organizacionais. *Gestão e Sociedade*. Belo Horizonte. Recuperado em 20 dezembro, 20, 2018, de <https://gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/1220>.
- Brunswicker, S., & VanhaVerbeke, W. (2015). Open Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): External Knowledge Sourcing Strategies and Internal Organizational Facilitators. *Journal of Small Business Management*. 53(4), 1241-1263.
- Chan, C. M. L. (2013). From Open Data to Open Innovation Strategies: Creating E-Services Using Open Government Data. 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences. Anais... In: *2013 46th Hawaii international Conference on System Sciences (HICSS)*. Wailea, HI, USA: IEEE.
- Chesbrough, H.W. (2003). *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business Scholl Press.
- Chiang, Y., & Hung, K. H. (2010). Exploring open search strategies and perceived innovation performance from the perspective of inter-organizational knowledge flows. *R & D Management*. 40(3).
- Chu, C. C., Cheng, Y, Tsai, F., Tsai, S., & Lu, K. (2019). Open Innovation in Crowdfunding Context: Diversity, Knowledge, and Networks. *Sustainability*. 11(1), 180.
- De Jong, J. P. J., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W. (2010). Exploring a theoretical framework to structure the public policy implications of open innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*. 22(8), 877-896.
- Di Benedetto, A. Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development.

- Technovation* 31(2),138-139
- Dodgson, M., Gann, D., & Salter, A. (2006). The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble. *R & D Management*. 36(3), 33-346,
- Dittrich, K., & Duysters, G. (2007). Networking as a Means to Strategy Change: The Case of Open Innovation in Mobile Telephony. *Journal of Production Innovation Management*. 24, 510-521.
- Enkel, E., Gassmann, O., & Chesbrough, H. (2009). Open R&D and open innovation: Exploring the phenomenon. *R&D Management Journal*. 39, 311-316.
- Enkel, E., Bell, J., & Hogenkamp, H. (2011). Open innovation maturity framework. *International Journal of Innovation Management*. 15(6), 1161-1189.
- Feller, J., Finnegan, P., & Nilsson, O. (2011). Open innovation and public administration: transformational typologies and business model impacts. *European Journal of Information Systems*. 20(3), 358-374.
- Frey, K., Lüthje, C., & Haag, S. (2011). Whom Should Firms Attract to Open Innovation Platforms? The Role of Knowledge Diversity and Motivation. *Long Range Planning*. 44(5, 6), 397-420.
- Gassmann, O., Enkel, E., & Chesbrough, H. (201). The future of open innovation: The future of open innovation. *R&D Management*. 40(3), 213-221. Recuperado em março, 09, 2019, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-9310.2010.00605.x>.
- Groen, A. J., & Linton, J. D. (2010). Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development? *Technovation*. 30(11, 12), 554.
- Hana, U. (2013). Competitive advantage achievement through Innovation and Knowledge. *Journal of Competitiveness*. 5(1), 82-96.
- HenkeL, J., Schöber, L., S., & Alexy, O. (2014). The emergence of openness: How and why firms adopt selective revealing in open innovation. *Research Policy*.43(5), 879-890.
- Holmes, S., & Smart, P. (2009). Exploring open innovation practice in firm-nonprofit engagements: a corporate social responsibility perspective. *R&D Management*. 39(4).
- Katzy, B., Turgut, E., Holzmann, T., & Sailer, K. (2013). Innovation intermediaries: a process view on open innovation coordination. *Technology Analysis & Strategic Management*. 25(3), 295-309.
- Ibrahimov, B. (2018). Open Innovation and application to Petroleum Industry. *IFAC-Papers OnLine*. 51(30), 97-702.
- Keupp, M. M., & Gassmann, O. (2009). Determinants and archetype users of open innovation. *R&D Management*. 39(4), 331-341.
- Lee, J. H., Hancock, M. G., & Hu, M.-C. (2014). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting and Social Change*. 89, 80-99.
- Lee, S., Park, G., Yoon, B., & Park, J. 2010. Open innovation in SMEs - An intermediated network model. *Research Policy*. 39(2), 290-300.
- Lee, S. M., & Hwang, T., & Choi, D. (2012). Open innovation in the public sector of leading countries. *Management Decision*. 50(1), 147-162.
- Lee, C., Chen, Y., Tsui, P., & Yu, T. (2014). Examining the relations between open innovation climate and job satisfaction with a PLS path model. *Quality & Quantity*. 48(3), 1705-1722.
- Lichtenthaler, U. (2009). Outbound open innovation and its effect on firm performance: examining environmental influences. *R&D Management*. 39(4), 317-330.
- Lichtenthaler, U. (2011). Coment on 'Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development?' A contribution to the current debate. *Technovation*. 31(2, 3), 138-139.
- Linstone, H. A. (2018). Comment on 'Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development?' *Technovation*. 31(2, 3).
- Nestle, V., Heidenreich, S., Taube, F. A., & Bogers, M. (2018). Establishing open innovation culture in cluster initiatives: The role of trust and information asymmetry. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Martínez-Torres, M. R. (2013). Application of evolutionary computation techniques for the identification of innovators in open innovation communities. *Expert Systems with Applications*. 40(7), 2503-2510.
- Moslein, Kathrin M., & Bansemir, Bastian. (2011). *Strategic Open Innovation: Basics, Actors, Tools and Tensions*. In: Hülsmann, M., Pfeffermann, N. (Eds.). *Strategies and communications for innovations: an integrative management view for companies and networks*. Berlin.
- Mowery, D. C. (2008). Plus ca change: Industrial R&D in the third industrial revolution. *Industrial and Corporate Change*. 18(1), 1-50. Recuperado em março, 10, 2019, de <https://pdfs.semanticscholar.org/1a4e/2d68dbe4e192d44119caef9ab48ed2ca6633.pdf>.

- Muzamil, N. M., & Kaur, S. (2014). Do managerial ties support or stifle open innovation? *Industrial Management & Data Systems*. 114(4), 652–675.
- Polit, D.F., & Beck, C.T. (2018). *Using research in evidence-based nursing practice*. In: Polit, D. F., Beck, C. T. Essentials of nursing research: methods, appraisal and utilization. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. Recuperado em dezembro, 21, 2018, de <http://goo.gl/Le6CLi>.
- Roman, A. R., & Friedlander, M. R. (1998). Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. *Cogitare Enferm.* Curitiba. 3(2), 109-112. Recuperado em dezembro, 20, 2018, de <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/44358/26850>.
- Rosell, D. T. (2014). Implementation of open innovation strategies: a buyer–supplier perspective. *International Journal of Innovation Management*. 18(6).
- Sag, S., Sezen, B. & Alpkan, L. (2018). Determinants of Open Innovation and their Interrelations. *International Journal of Innovation and Technology Management*. 194.
- Söderquist, K. E., & Godener A. (2004). Performance measurement in R&D and new product development: Setting the scene. *International Journal of Business Performance Management*, 6. 107-132.
- Tödtling, F., Prud'Homme Van Reine, P., & Dörhöfer, S. (2011). Open Innovation and Regional Culture - Findings from Different Industrial and Regional Settings. *European Planning Studies*. 19(11), 1885-1907.
- Van De Vrande, V., & Man, A. P. de (2011). A response to Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development?. *Technovation*. 31(4), 185-186.
- Von Krogh, G. (2011). Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development? A commentary. *Technovation*. 31(7), 286.
- Von Hippel, E. (2010). Comment on 'Is open innovation a field of study or a communication barrier to theory development?'. *Technovation*. 30, 555.
- Wernerfelt, B. A (1984). Resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*. 5(2), 171-180. Recuperado em março, 10, 2019, de <https://doi.org/10.1002/smj.4250050207>.
- Wikhamn, B. R., & Styhre, A. (2017). Open innovation as a facilitator for corporate exploration. *International Journal of Innovation Management*, 21(6).
- Williams, A. J. et al. (2012). Open PHACTS: semantic interoperability for drug discovery. *Drug Discovery Today*. 17(21, 22), 1188-1198.

presente trabalho foi realizado com
apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de
Financiamento 001

This study was financed in part
by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior –
Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Desarrollo de la Convergencia Tecnológica: una mirada desde el análisis bibliométrico

Eduardo Robles Belmont
Universidad Nacional Autónoma de México, IIMAS, DMMSS, México_
roblesbelmont@yahoo.fr

Leandro Lepratte
Universidad Tecnológica Nacional, GIDIC FRCU LOI, Argentina
llepratte@gmail.com

Resumen

El estudio de la convergencia tecnológica (CT) ha cobrado relevancia en los últimos años en diferentes campos disciplinares y multidisciplinares, en particular relacionados con las nanotecnologías, las biotecnologías, las tecnologías de información y comunicación y las ciencias cognitivas. Sin embargo, el uso del concepto es anterior a los usos actuales del concepto que ha servido para ir conformando un ámbito interdisciplinar que relaciona las disciplinas antes mencionadas con otras que se han incorporado al uso de estas como son: la gestión y administración de la tecnología, economía y estudios filosóficos y sociales sobre la ciencia y tecnología.

El presente estudio, presenta avances de resultados de un trabajo que tiene por objetivo describir y analizar la evolución del estudio de la CT en la literatura científica y explorar el papel de las diferentes disciplinas científicas en la evolución de esta.

Para tal cometido se utilizaron herramientas de análisis bibliométrico, exponiéndose resultados preliminares sobre tipología de publicaciones, disciplinas y redes de disciplinas, países relacionados con el concepto de CT.

En las conclusiones se plantean líneas para profundizar el análisis efectuado, dejando esbozada una agenda de discusión en términos teóricos y metodológicos con alcances para las políticas de CT+I y enfoques sobre gestión del conocimiento y la tecnología.

Palabras clave

Convergencia Tecnológica; Tecnologías Convergentes; Bibliometría.

1. Introducción

El fenómeno de la Convergencia Tecnológica (CT) cobra relevancia en los últimos años a partir de estudios académicos, redes de investigadores, gestores tecnológicos y formuladores de políticas de ciencia, tecnología e innovación. En sentido amplio y aún difuso, hace referencia a procesos de innovación y efectos de cambios tecnológicos, económicos y sociales generados por las potenciales interacciones entre nanociencias y nanotecnologías, biotecnologías, TIC y ciencias cognitivas (Bainbridge & Roco, 2016; Lee, Park, & Kang, 2018) también denominadas NBCI. La CT, es también una meta de las políticas en las economías y sociedades basadas en el conocimiento, ya que supone la emergencia de nuevas tecnologías que se integran en las interfaces de las NBCI, buscando dar soluciones transversales a problemas sociales, productivos, naturales y de espacio generando nuevos ámbitos cognitivos,

de investigación e ingenierías (Jeong, Kim, & Choi, 2015; Stezano, Casalet, & De Gortari, 2017).

En la literatura académica no hay una definición de CT consensuada, sin embargo, existe un debate sobre este concepto. Stezano (2017) identifica dos grandes temáticas de investigación en la literatura sobre el concepto de convergencia: a. interdisciplina y convergencia y b. gestión empresarial y tecnológica y convergencia. En la primera temática, Stezano señala la distinción entre la convergencia científica y la convergencia tecnológica, donde resalta las virtudes anunciadas de la convergencia, así como la fragilidad del concepto, cuestión esta que ha sido manifestada por diferentes autores (Jeong, Kim, & Choi, 2015).

El concepto de convergencia tecnológica (CT) aparece inicialmente enunciado por Samuel Weber en un artículo de 1967 en la revista *Electronics* (Weber, 1967). Desde ahí, y hasta principios del siglo XXI, diversos autores la consideran como mera estilización teórica de una trayectoria o proceso de cambio tecnológico en la industria, en especial vinculada con el análisis de ciertos fenómenos del campo TIC (Farber & Baran, 1977; Lind, 2004) o como promesas de oportunidades para generar nuevos modelos de negocios (Bohlin, Brodin, Lundgren, & Thorngren, 2000). Algunos autores plantean periodizaciones para entender la evolución de este fenómeno, una que va desde 1975 al 1990, denominada de “fusión tecnológica” en relación con la emergencia de la mecatrónica y la optoelectrónica y el modelo de gestión empresarial japonés. Entre 1990 y el 2000, se lo denomina el período de la “modularización” en relación a los drásticos cambios producidos por la industria de la computación, sus componentes y la combinación de estos e impacto en la organización horizontal de la producción a escala global, mientras que hacia la década del 2000, se utiliza el concepto de “convergencia tecnológica” para referirse al impacto de la revolución digital que da lugar a la unión entre telecomunicaciones, TIC, internet y electrónica de consumo, influyendo en una nueva generación de productos y servicios que se integran entre diferentes industrias y tecnologías a través de procesos de innovación (Chang, Miles, & Hung, 2014; Kodama, 2014).

Es a partir de estudios recientes basados en el análisis de publicaciones científicas, patentes y del tipo *technological forecasting* (Curran, 2013; Curran & Leker, 2011; M.-S. Kim & Kim, 2012), que la Convergencia Tecnológica (CT), cobra relevancia como proceso de cambio tecnológico e impulsor de innovaciones con carácter irreversible. Sin embargo, la literatura especializada plantea que el campo de estudios sobre CT se encuentra aún en consolidación (Hacklin, 2007; Stezano et al., 2017) y, por tanto, la definición sobre CT también continúa siendo debatida (Lind, 2004). En muchos casos se utiliza para dar cuenta de este fenómeno otras nociones: fusión, emergencia, *cross-fertilization*, e hibridización de tecnología, que en definitivas coinciden en una creciente tendencia a borrar los límites (efectos transfronterizos) entre ciencia, tecnologías, mercados e industrias (Curran & Leker, 2011; Lind, 2004; Phaal, O’Sullivan, Routley, Ford, & Probert, 2011).

Desde el punto de vista teórico-metodológico, el estudio sobre Convergencia Tecnológica (en sentido amplio) hasta entrado el Siglo XXI, se ha centrado en considerarla como una especie de “síntoma” u emergente, y estas perspectivas no han variado

significativamente hasta la actualidad (Amaro Rosales & Robles Belmont, 2013) donde los estudios sobre CT se han centrado en el análisis del fenómeno en base a patentes y publicaciones para establecer mediciones e indicadores de convergencia de conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos donde se encuentran implicadas las NBIC, y efectuar a partir de estos, ejercicios de technological forecasting (Curran & Leker, 2011; M.-S. Kim & Kim, 2012). También proliferan los análisis cuantitativos de fusiones empresariales (Caviggioli, 2016), o ciertos comportamientos intersectoriales y prominentes acercamientos entre tecnologías relacionadas con diferentes sectores y/o productos (Geum, Kim, & Lee, 2016). Otros estudios se han interesado en dar cuenta de las dinámicas de los procesos de convergencia (Miège & Vinck, 2012), como así también se ha generado un corpus de conocimiento orientado a la gestión de la convergencia en relación con la tecnología y los mercados, con implicancias para las políticas de Ciencia y Tecnología (Hacklin, 2007).

En sentido amplio la Convergencia Tecnológica (CT) puede ser caracterizada como: convergencia científica, que emerge desde diferentes disciplinas o áreas del conocimiento; convergencia tecnológica propiamente dicha, que combina tecnologías de diferentes ámbitos de aplicación; y convergencia industrial que une partes de empresas con diferentes bases tecnológicas y campos de aplicación, con necesidades de grupos consumidores en diferentes mercados (Curran, 2013). Además del ámbito académico, organismos internacionales también han utilizado el concepto como la OECD (1992), que mencionan a la CT como la desaparición de los límites entre las regulaciones y la técnica que impacta en sectores de la economía o como los crecientes solapamientos entre tecnologías, servicios y firmas que se dan en diferentes sectores económicos.

El presente artículo tiene por cometido general, analizar y caracterizar: ¿cómo ha evolucionado el estudio de la CT en la literatura científica? (RQ1) considerando una serie de dimensiones tales como: tipos de publicaciones, disciplinas, países y cooperación en publicaciones. Y en particular pretende dar respuesta a la pregunta sobre: ¿cuál ha sido el papel de las diferentes disciplinas científicas en la evolución de la literatura sobre convergencia tecnológica? (RQ2). Esta última cuestión conecta a los resultados obtenidos con la discusión sobre el concepto de CT y la conformación de un dominio de producción de conocimientos de carácter sociotécnico, lo que resulta relevante para ser discutido en el marco de los estudios sociales de la tecnología, como así también en el de la gestión tecnológica y de la innovación.

2. Metodología

Este estudio está basado en un enfoque bibliométrico con el fin de caracterizar la literatura que se ha publicado en torno a la CT. La base de datos consultada es la Web of Science (WoS) y el análisis comprende hasta el año 2017, esto con el fin de evitar sesgo por la cola de indización. La estrategia de búsqueda usada en la consulta de la WoS es la combinación de las palabras compuestas “Technological Convergence” y “Converging Technologies” en el campo Topic Subject (TS). Esta consulta nos dio un total de 697 documentos indizados, cuya distribución se muestra en la Tabla 1. Los datos han sido tratados con Access y el análisis

estadístico descriptivo con Excel. Por otro lado, el interés particular de este estudio es efectuar un mapeo de las disciplinas que han estado presentes en el desarrollo del concepto de CT para lo cual hemos usado el análisis de redes sociales para visualizar el perfil de la literatura identificada a partir del campo de las Categorías de la WoS. En algunos estudios bibliométricos se ha usado este campo para visualizar la estructura disciplinar de la ciencia y la tecnología, visualizaciones conocidas como Mapas de la Ciencia (Map of Science) cuya principal entrada han sido las categorías disciplinares (Leydesdorff & Rafols, 2009; Porter & Rafols, 2009). Para este estudio hemos empleado entonces los paquetes informáticos para el análisis de redes sociales Pajek, VOSviewer, MapEquation (<http://www.mapequation.org>), así como el método de Louvain para el análisis de agrupamiento.

Tabla 1. Distribución de documentos indizados sobre el tema de Convergencia Tecnológica.

Tipo de documento	Documentos	% de 697
Article	430	61,69%
Proceedings Paper	237	34,00%
Book Chapter	45	6,46%
Editorial Material	29	4,16%
Review	21	3,01%
Book Review	4	0,57%
Book	3	0,43%
Reprint	2	0,29%
Editorial Material; Book Chapter	2	0,29%
Meeting Abstract	2	0,29%
News Item	1	0,14%
Note	1	0,14%
Correction	1	0,14%

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

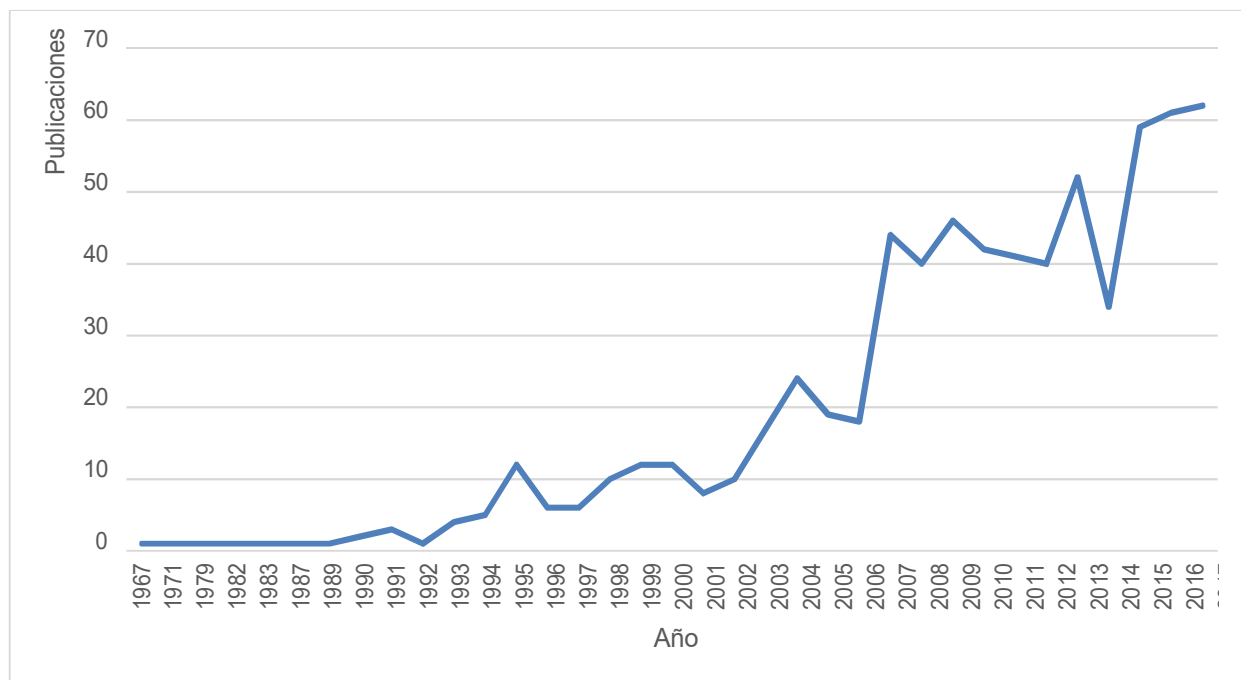
3. Resultados

Los documentos publicados que contienen el concepto de CT inician desde 1967 y hasta fines del 1990 (1998 en adelante) no evidencian un crecimiento importante en el número de publicaciones, con no más de 10 publicaciones anuales (a excepción del año 1995 donde se han publicado 12 documentos). Entre 1998 y 2006 aumentan el número de publicaciones, superando en casi todas las 10 publicaciones anuales. No obstante, como se aprecia en la curva de la Figura 1, el crecimiento ha sido discontinuo hasta el año 2017 y esto refleja un área en plena emergencia. Además, la irrupción y crecimiento significativo del número de publicaciones se da desde el año 2007 hasta el 2014, con cantidades por encima de las 30 publicaciones anuales hasta ascender valores superiores a 60 publicaciones anuales en el cierre del período.

El tipo de publicaciones manifiesta que a la actualidad existe un acervo de 697 publicaciones científicas que han abordado la cuestión de la CT. De estas, el 61.69%

corresponde a artículos científicos en revistas lo que sugiere que existe una amplia discusión formal sobre el concepto y estudios de caso que buscan contribuir a estos estudios. Por otro lado, las memorias de conferencias (Proceesing Papers) representan el 34% del total de las publicaciones, cifra que muestra igualmente una presencia de la CT en eventos académicos importantes. Los otros documentos igualmente indican que existe interés académico por el concepto de la CT y su estudio (ver Tabla 1).

Figura 1. Evolución de las publicaciones sobre Convergencia Tecnológica.



Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

Un indicador que nos interesa revisar en este estudio es la distribución de las publicaciones en las diferentes disciplinas y áreas del conocimiento, esto con el fin de tener una visualización de la estructura disciplinar en torno al concepto de CT. Para esto, hemos tomado el campo de las categorías de clasificación de las publicaciones empleada por la WoS (WoS Categoría, WC). En la Tabla 2 se exponen las 10 principales categorías donde vemos una presencia importante de Tecnologías de la Información y la Comunicación que refleja el origen del concepto de CT en el desarrollo de las telecomunicaciones, en particular el desarrollo de la telefonía móvil. Al revisar los títulos y resúmenes de estas publicaciones podemos constatar que una parte son estudios de caso de la CT en la electrónica, las ciencias computacionales y las telecomunicaciones, lo que sugiere igualmente que en el lenguaje científico la CT es presente en estas áreas científicas y tecnológicas para referirse a ellas. Además, en estas mismas categorías tecnológicas, encontramos otra parte importante de trabajo sobre CT en el área de gestión estratégica (Management), así como de trabajos sobre estudios de caso. Por otro lado, dentro de la lista de las 10 principales disciplinas encontramos gestión, negocios y

economía. Se trata de trabajos en el área de gestión y evaluación de la tecnología, donde diversos documentos reportan los resultados de la evaluación del impacto o influencia de la CT en ciertas áreas tecnológicas, en mercados, en sectores industriales, así como en marcos regulatorios.

Tabla 2. 10 principales disciplinas (WC) donde han sido indizados los documentos científicos en torno a la CT.

Disciplinas (WC)	Documentos	% de 697
Engineering, Electrical & Electronic	97	13,92%
Management	89	12,77%
Telecommunications	80	11,48%
Business	72	10,33%
Computer Science, Information Systems	60	8,61%
Economics	53	7,60%
Operations Research & Management Science	47	6,74%
Computer Science, Theory & Methods	45	6,46%
Information Science & Library Science	44	6,31%
Computer Science, Interdisciplinary Applications	44	6,31%

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

En la Figura 2, con el apoyo del análisis de redes sociales mostramos las coocurrencias de las categorías de las disciplinas. En esta visualización observamos las 140 disciplinas donde han sido indizados los artículos, un total de 359 relaciones de estas coocurrencias y su agrupamiento en 26 clústeres (usando el método de Louvain). Al considerar los clústeres con mayor densidad visualizamos la presencia de hubs conformados en torno a las disciplinas: *ingeniería eléctrica y electrónica, telecomunicaciones y administración*. Luego se abren dos perspectivas de dominios disciplinares, una en relación con ciencias de materiales (multidisciplinar) y que conecta en forma importante con otros nodos relacionados con biotecnología, química (multidisciplinar), biología y biología molecular y bioquímica; y la otra vinculada con *Ética*, que abre conexiones con disciplinas relacionadas a la salud y las ciencias sociales (filosofía, sociología, historia, leyes, entre otras).

Un tanto más alejado, pero conectadas con el núcleo central, aparecen publicaciones de disciplinas relacionadas con ciencias del ambiente, ciencias del comportamiento y otras áreas de la salud (ingeniería biomédica, radiología, medicina nuclear, entre otras). También en esta visualización podemos observar algunas disciplinas aisladas del componente principal, se trata de estudios interesados en la CT en disciplinas como oceanografía, antropología, geografía – geociencias y física, todas estas en cierta perspectiva multidisciplinar. También aparece desconectadas publicaciones de disciplinas relacionadas con salud humana, ciertas ingenierías, psicología y educación.

Con el fin de tener una visualización más legible y de mejor abordaje, hemos efectuado un análisis de la red con el método MapEquation, el cual nos proporciona una visualización comprimida en dos niveles (análisis multinivel) y nos arroja un total de 9 módulos (clústeres) en el resultado que observamos en la Figura 3. En esta segunda visualización apreciamos y

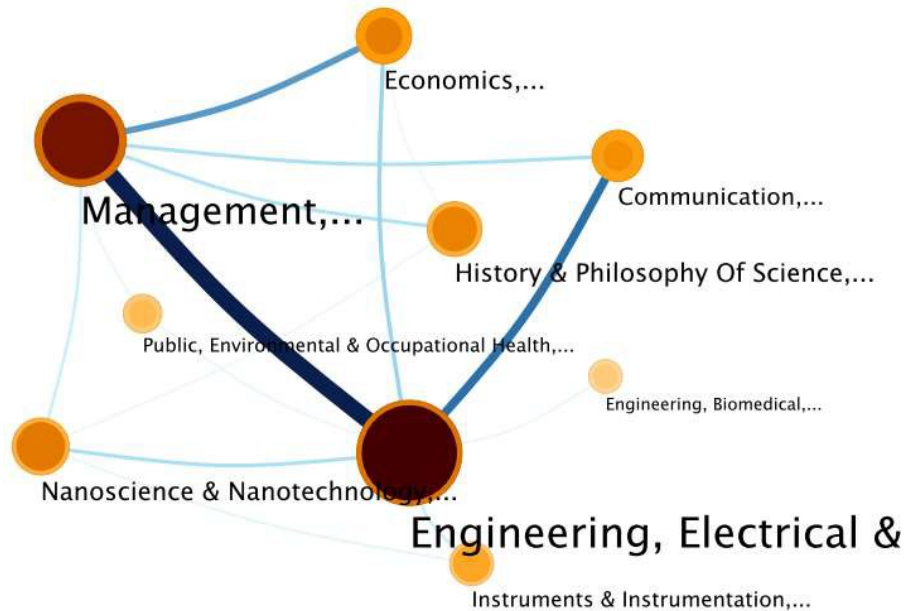
constatamos los trabajos evocados en los párrafos anteriores, esto es la importancia de dos núcleos disciplinares centrales fuertemente interconectados: las ingenierías eléctrica y electrónica junto a la gestión y administración en relación con la CT. Cada uno estos comparten abordajes sobre la CT con otros dominios disciplinares tales como: economía, comunicación, nanociencias y nanomateriales, salud pública, ambiental y ocupacional. En cuanto al núcleo de trabajos sobre CT de ingeniería eléctrica y electrónica los vínculos más fuertes se dan con las disciplinas relacionadas con comunicación y telecomunicaciones, mientras que la gestión y administración lo hace con los abordajes de la economía. En cada caso también aparecen vínculos específicos como los de ingeniería eléctrica y electrónica con instrumentación e ingeniería biomédica, y por parte del management con la historia y filosofía de la ciencia.

Tabla 3. Vínculos entre núcleos disciplinares, comunes y con mayor intensidad

Vínculos con otros núcleos disciplinares	Dominios disciplinares comunes	Vínculos mayor intensidad
<i>Ingeniería eléctrica y electrónica, Ciencias computacionales (23 relaciones)</i>	<i>Economía Comunicación y telecomunicaciones Ingeniería eléctrica y electrónica Investigación de operaciones Negocios</i>	<i>Comunicación y telecomunicaciones (19 relaciones)</i>
<i>Gestión y Administración (22 relaciones)</i>		<i>Economía (20 relaciones)</i>

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

Figura 3. Perfil disciplinar del desarrollo del concepto de CT, visualización con MapEquation.



Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

En cuanto a la distribución geográfica de los documentos publicados sobre CT, hemos identificado que estos documentos han sido producidos en 58 países. En la Tabla 4 exponemos las frecuencias de los primeros 10 países donde se han producidos estos documentos, en la cual observamos que los Estados Unidos encabeza esta lista con el 22.81% del total de las publicaciones, seguido se encuentra Sur Corea con el 12.77% e Inglaterra con el 8.46% del total de las publicaciones. Por otro lado, al efectuar el análisis de redes a las coautorías a nivel de los países encontramos que los de Estados Unidos son los de mayor centralidad, seguidos por Inglaterra y Sur Corea. Luego en proporciones similares podemos ubicar a países europeos como Alemania, Francia y Países Bajos. En las redes de colaboración que observamos en la Figura 4, podemos observar que los países industrializados han mantenido colaboraciones en torno al tema de la CT y algunos países emergentes como China, Brasil, Sudáfrica, Turquía y Chile y México, se encuentran conectado al núcleo de las colaboraciones, pero en la periferia. Además, observamos un número importante de países con pocas publicaciones y de forma aislada. De hecho, estas redes presentan una conectividad baja (coeficiente de clusterización¹=0.418).

Tabla 4. Distribución geográfica de documentos publicados en CT.

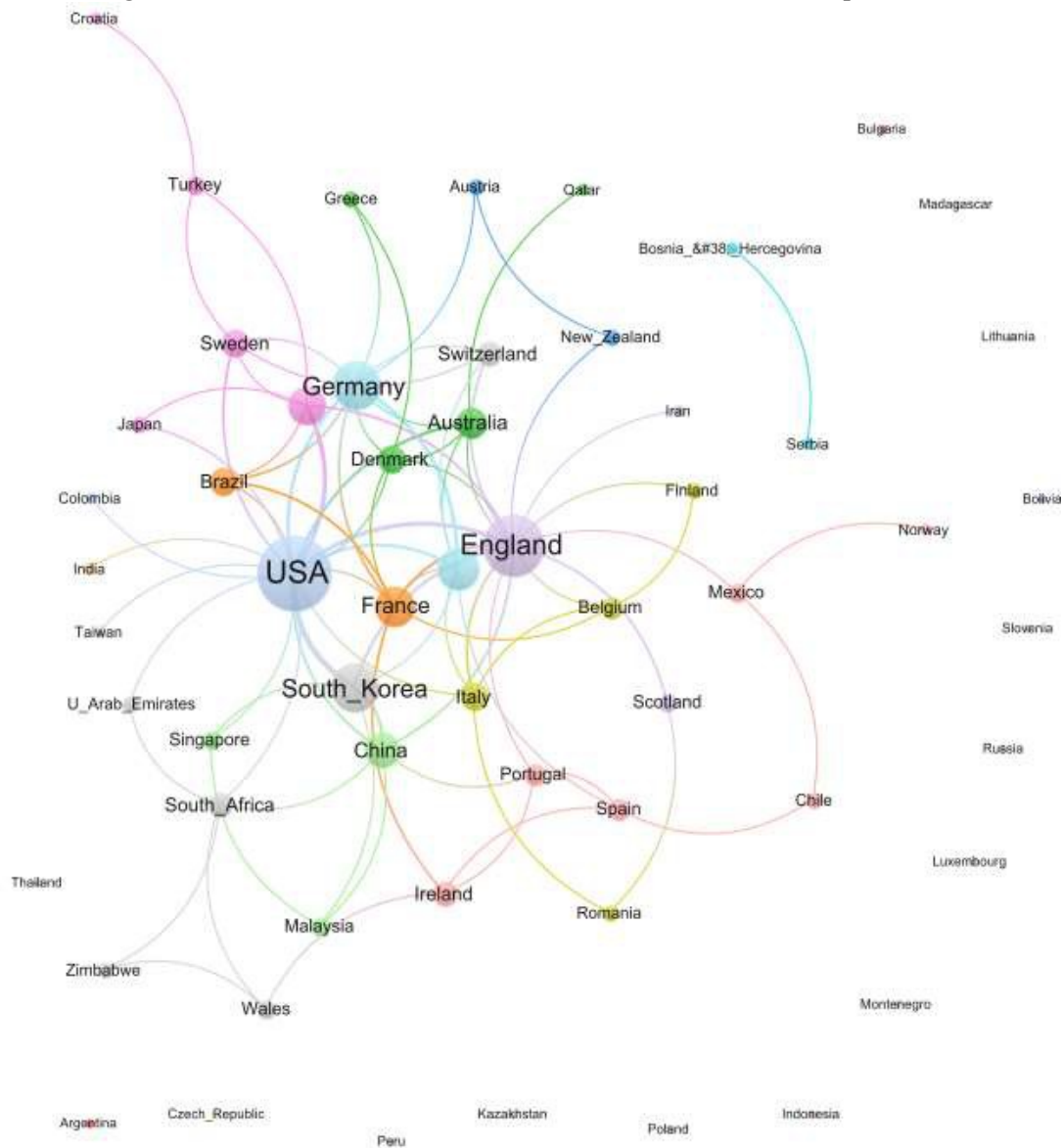
Pais	Documentos	% de 697
USA	159	22,81%

¹ Coeficiente de Clusterización de Watts-Strogatz calculado con Pajek.

South Korea	89	12,77%
England	59	8,46%
Germany	43	6,17%
China	37	5,31%
Netherlands	27	3,87%
Italy	25	3,59%
Canada	23	3,30%
Brazil	23	3,30%
Australia	21	3,01%

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

Figura 4. Redes de colaboración internacional en torno al concepto de CT.



Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

4. Análisis

Los resultados expuestos en este estudio a través de tablas y visualizaciones basadas en el análisis de redes son complementarios entre ellos. El objetivo de este análisis es de obtener un primer panorama sobre la producción científica sobre el tema de la CT y esto entorno a dos preguntas iniciales.

La primera pregunta que hemos explorado es sobre la evolución de las publicaciones científicas (RQ1) y el análisis de los datos nos ha revelado que se trata de un campo en plena emergencia como se muestra en la Figura 1. Además, ha sido interesante no restringir nuestro estudio a los artículos publicados, esto ya que el concepto de CT ha sido discutido en espacios académicos de diversa índole donde este concepto ha sido expuesto en diversas disciplinas como veremos más adelante. Igualmente, la presencia de capítulos de libro nos muestra que este concepto ha tomado un nivel de madurez en ciertos sectores, ya que las publicaciones en libros reflejan un estado estable del conocimiento.

En lo que concierne a la segunda pregunta (RQ2) sobre el lugar de las disciplinas en el desarrollo del concepto de CT, las categorías de la Web of Science (WC) y su análisis basado en el análisis de redes sociales nos permite tener la visualización de la estructura de las disciplinas en al menos dos niveles, ver Figuras 2 y 3. Esta visualización es interesante pues nos permite tener una representación de las diferentes disciplinas y su estructura basada en la coocurrencia de las publicaciones en las diferentes áreas del conocimiento a través de las indizaciones de los documentos. Este análisis nos ha permitido identificar un total 140 disciplinas y su estructura en general, así como el análisis de clúster nos mostró en dos niveles campos disciplinarios de análisis que nos indican la centralidad de algunas disciplinas y su relación con otras. Este análisis de las disciplinas no da una aproximación de cómo se ha ido estructurando el concepto de CT y cómo es el estado actual de la estructura disciplinar o del perfil del campo. Sin embargo, poco nos dice sobre la dinámica previa a esta estructura.

5. Conclusiones

En este trabajo hemos efectuado un análisis de datos bibliométricos sobre el concepto de Convergencia Tecnológica (CT). Hemos analizado los datos obtenidos en torno a dos preguntas sobre la evolución de la producción científica y las disciplinas, cuyos resultados nos aportan algunos elementos que nos permiten avanzar sobre estas, al visualizar la distribución de publicaciones, disciplinas que han ido conformando el concepto, los principales países productores de conocimientos relacionados al mismo, y una aproximación sobre la cooperación. Sin embargo, es necesario profundizar estos análisis para avanzar con la cuestión 2 (RQ2) y otras preguntas como sobre cuáles son las temáticas que se han desarrollado en el campo de la CT o cuáles son puntos en común con otros enfoques sobre modelos de gestión del conocimiento relacionadas con políticas de CT+I y territorialidades (sistemas de innovación, triple hélice, etc.) y de gestión tecnológica y de la innovación (tecnologías emergentes, Industria 4.0, digital servitization, entre otros). Sobre la distribución geográfica del desarrollo

del concepto, es interesante profundizar el análisis sobre las temáticas que desarrollan las diferentes redes y si estos métodos nos permiten confirmar los estudios cualitativos que han mencionado las posiciones teóricas y metodológicas entorno al concepto, en particular la dinámica de conocimiento en términos interdisciplinarios y multidisciplinarios. Finalmente, considerar la posibilidad de profundizar el papel que han tenido ciertas instituciones, redes y países en el impulso de este concepto, abriendo la posibilidad de discutir los alcances de este en comparación con ciertos enfoques que analizan la CT en términos de “imaginarios sociotécnicos” (E.-S. Kim, 2018), “mito racional” (Miège & Vinck, 2012) entre otros.

6. Referencias

- Amaro Rosales, M., & Robles Belmont, E. (2013). Producción de conocimiento científico y patrones de colaboración en la biotecnología mexicana. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.21933/J.EDSC.2013.02.043>
- Bainbridge, W. S., & Roco, M. C. (2016). *Handbook of Science and Technology Convergence*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07052-0>
- Bohlin, E., Brodin, K., Lundgren, A., & Thorngren, B. (2000). Convergence in Communications and Beyond. *Research.Chalmers.Se*. Recuperado de <https://research.chalmers.se/publication/26140>
- Cavaggioli, F. (2016). Technology fusion: Identification and analysis of the drivers of technology convergence using patent data. *Technovation*, 55-56, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.04.003>
- Chang, Y.-C., Miles, I., & Hung, S.-C. (2014). Introduction to special issue: Managing technology- service convergence in Service Economy 3.0. *Technovation*, 34(9), 499-504. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.05.011>
- Curran, C.-S. (2013). *The Anticipation of Converging Industries: A Concept Applied to Nutraceuticals and Functional Foods*. Springer Science & Business Media.
- Curran, C.-S., & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence – examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 256-273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
- Farber, D., & Baran, P. (1977). The Convergence of Computing and Telecommunications Systems. *Science*, 195(4283), 1166-1170. <https://doi.org/10.1126/science.195.4283.1166>
- Geum, Y., Kim, M.-S., & Lee, S. (2016). How industrial convergence happens: A taxonomical approach based on empirical evidences. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 112- 120. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.020>
- Hacklin, F. (2007). *Management of Convergence in Innovation: Strategies and Capabilities for Value Creation Beyond Blurring Industry Boundaries*. Springer Science & Business Media.
- Jeong, S., Kim, J.-C., & Choi, J. Y. (2015). Technology convergence: What developmental stage are we in? *Scientometrics*, 104(3), 841-871. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1606-6>
- Kim, E.-S. (2018). Sociotechnical Imaginaries and the Globalization of Converging Technology Policy: Technological Developmentalism in South Korea. *Science as Culture*, 27(2), 175-197. <https://doi.org/10.1080/09505431.2017.1354844>
- Kim, M.-S., & Kim, C. (2012). On A Patent Analysis Method for Technological Convergence. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 657-663. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.245>
- Kodama, F. (2014). MOT in transition: From technology fusion to technology-service convergence. *Technovation*, 34(9), 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.04.001>
- Lee, C., Park, G., & Kang, J. (2018). The impact of convergence between science and technology on innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 43(2), 522-544. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9480-9>
- Leydesdorff, L., & Rafols, I. (2009). A Global Map of Science Based on the ISI Subject Categories. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(2), 348–362. <https://doi.org/10.1002/asi.20967>
- Lind, J. (2004). Convergence: History of term usage and lessons for firm strategists. *Proceedings of 15th Biennial ITS Conference*. Presentado en 15th Biennial ITS Conference, Berlin.

- Miège, B., & Vinck, D. (2012). *Les masques de la convergence: enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Archives contemporaines.
- Phaal, R., O'Sullivan, E., Routley, M., Ford, S., & Probert, D. (2011). A framework for mapping industrial emergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 217-230. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.018>
- Porter, A. L., & Rafols, I. (2009). Is science becoming more interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time. *Scientometrics*, 81(3), 719-745. <https://doi.org/10.1007/s11192-008-2197-2>
- Stezano, F., Casalet, M., & De Gortari, R. (2017). *Convergencia Científica y Tecnológica*. Mexico: LANIA CONACYT.
- Weber, S. (1967). LSI-TECHNOLOGIES CONVERGE. *ELECTRONICS*, 40(4), 124.

Modelo conceptual para la medición de capacidades de innovación inclusiva a nivel empresarial

Fredy Yoverti Alvarez Fonseca

Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia
falvarez@uco.edu.co

María Luisa Villalba Morales

Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia
mvillalba@uco.edu.co

Didier Alejandro Henao Galvis

Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia
d.ahenao21@gmail.com

Claribeth Lopera Moreno

Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia
claribeth194@gmail.com

Resumen

La innovación inclusiva ha emergido en el campo académico en respuesta a los interrogantes dirigidos a la innovación competitiva y su capacidad para atender las necesidades y expectativas de los grupos sociales menos favorecidos y aquellos que viven en situación de pobreza. La presente investigación se enfoca en la elaboración de una propuesta de modelo conceptual que evalúe las capacidades de innovación en micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) orientado hacia la generación de innovaciones inclusivas. A través de un ejercicio de revisión de literatura, se examinan, por un lado, las metodologías o herramientas diseñadas para la medición de capacidades de innovación, igualmente, se identifican los factores que caracterizan a la innovación inclusiva, para concluir con la elaboración de un constructo categorial que fundamenta el modelo conceptual para la medición de capacidades de innovación inclusiva a nivel empresarial.

Palabras clave

Innovación inclusiva, Medición de capacidades de innovación, nivel empresarial, Modelo de medición

Abstract

Inclusive innovation has emerged in the academic field in response to questions aimed at competitive innovation and its ability to meet the needs and expectations of less favored social groups and those living in poverty. This research focuses on the design of a conceptual model that evaluates innovation capacities in micro, small and medium business) oriented towards the generation of inclusive innovations. Through a literature review exercise, the methodologies or tools designed for the measurement of innovation capabilities are examined, likewise, the factors that characterize inclusive innovation are identified, to conclude with the development of a categorical construct that bases the conceptual model for the measurement of inclusive

innovation capacities at business level.

Key words

Inclusive innovation, innovation capacities measurement, business level, measurement model

1. Introducción

La innovación está atravesando un cambio de paradigma (Villa, Hornecheas, & Robledo, 2017), caracterizado por la emergencia de una visión renovada de la innovación. Es decir que, la innovación no solo está siendo vista desde su enfoque competitivo, sino también como un factor de inclusión (Sutz, 2010), para qué a través de ella, se pueda aportar a la generación de soluciones de los problemas que conllevan a la exclusión social. Este nuevo paradigma está acuñado bajo el concepto de innovación inclusiva y es considerada como “cualquier innovación que mejore la capacidad de acceder a bienes y servicios de calidad, creando mejores oportunidades de vida para la población excluida, comúnmente conocida como la base de la pirámide” (Gómez, 2017, pág. 2). En ese sentido, la condición de inclusividad, de acuerdo con Foster & Heeks, remite a la capacidad de la innovación para: a) satisfacer las necesidades de los pobres, b) involucrar a las personas más pobres en su desarrollo, c) generar las condiciones de posibilidad para que los segmentos poblacionales más pobres tengan la capacidad de adoptar la innovación y d) que dicha innovación tenga un efecto positivo en sus vidas (Gómez, 2017).

Los problemas que busca resolver la innovación inclusiva están relacionados con desigualdad de ingresos, concentración de riqueza, pobreza y exclusión social y tienen mayor criticidad en los países en desarrollo (como los africanos y latinoamericanos) (Sutz, 2010). Esto se evidencia en la menor velocidad que tienen estos países para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en comparación con los países desarrollados (Naciones Unidas, 2015).

Con base en lo anterior, surge el interés en diseñar e implementar estrategias, que sigan promoviendo el crecimiento, pero que al mismo tiempo pueda aportar a la reducción de pobreza y mejorar las condiciones de vida de los habitantes. Este tipo de estrategia, pueden enmarcarse en la innovación; pero vista desde el paradigma de la inclusión y no del paradigma de la competitividad.

En este sentido, la pregunta se orienta hacia: ¿Cuándo una empresa es innovadora? ¿Cuándo una empresa puede ser innovadora, competitiva y al mismo tiempo aportar al mejoramiento del bienestar de la sociedad?

Ante la primera pregunta, ya existe un amplio camino recorrido. El estudio de la innovación empresarial competitiva cuenta con bases teóricas y empíricas maduras. Partiendo desde Schumpeter hasta contar con directrices mundiales que dan claridad de la definición, clasificación y medición de la innovación, como el manual de Oslo. De igual forma, es posible encontrar una serie de herramientas propuestas y validadas para la medición de la innovación y para determinar si una empresa, es o no es innovadora (Descritas en el numeral 2).

Para responder la segunda pregunta se puede recurrir al paradigma de la innovación inclusiva (McGahan & Jaideep, 2012), una innovación de bajo costo y alta calidad que permita mejorar el bienestar social y económico de quienes se encuentran en condiciones de desigualdad, pobreza y exclusión (George et al, 2012; Foster & Heeks, 2013), esperándose que no solo sean consumidores, sino también, partícipes en alguna etapa del proceso de innovación (Foster & Heeks, 2013). No obstante, los soportes teóricos sobre la relación entre la inclusión,

la innovación y el desarrollo, aún son incipientes. Estos se encuentran en construcción y levantamiento de evidencia empírica (Van Der Merwe & Grobbelaar, 2016). Es decir, que para robustecer el nuevo paradigma es necesario desarrollar aportes teóricos, conceptuales, metodológicos y aplicables a los diferentes contextos.

Por lo tanto, el propósito del presente trabajo se centra en una propuesta conceptual de un modelo de medición de capacidades de innovación con enfoque inclusivo. El cual se espera sea la base para la construcción de un instrumento informático que pueda ser utilizado por las pequeñas y medianas empresas, principalmente.

Con base en dicho propósito, se muestra a continuación las bases teorías empleadas para el diseño del modelo, entre las que se encuentran las relacionadas con las capacidades de innovación y su medición (Numeral 2) y los elementos que representan la innovación inclusiva (Numeral 3); seguido de la metodología empleada (Numeral 4) y los resultados, representados por la propuesta del modelo conceptual (Numeral 5). Se finaliza con las conclusiones y trabajo futuro.

2. Capacidades de innovación en las organizaciones y su medición

El seguimiento a la producción académica en torno a metodologías u otros instrumentos de medición de la innovación, permitió identificar desarrollos tecnológicos diseñados por Centros de Desarrollo Empresarial (Fundación CEEI Albacete, 2019; Instituto Catalán de Tecnología, 1999) e investigadores adscritos a Centros de Investigación Universitarios (García & Reyes, 2011; Baena, Gutiérrez, Gutiérrez, & Trujillo, 2009; Guerrero, Rodríguez, & Bertieri, 2014), en los que converge la intención de ofrecer al segmento empresarial, herramientas que apoyen la gestión por la vía de la identificación de las capacidades de innovación, desde una perspectiva competitiva.

Con el propósito de explicitar el alcance de los antecedentes identificados, se procede a dar cuenta de ellos. En primer lugar, se reseña el instrumento de recolección de información desarrollado por el Instituto Catalán de Tecnología (1999), consistente en un test, estructurado en 20 preguntas dicotómicas, dirigidas a la evaluación de la capacidad de innovación empresarial, sobre la base del análisis de cinco factores a saber: 1) estrategia de innovación; 2) despliegue de la estrategia de innovación; 3) cultura de la innovación; 4) innovación de la cadena de valor; 5) resultados de innovación. Los resultados de la aplicación de instrumentos se gradan en categorías de muy baja a excelente en función de la cantidad de respuestas positivas; cada categoría presenta un descriptor general sobre el estado de la empresa, lo que conlleva a inferir que su aplicación se realice en un contexto de evaluación preliminar, por lo que los resultados no son lo suficientemente concluyentes a la hora de establecer un escenario claro de diagnóstico para la empresa.

La propuesta de Baena, Gutiérrez, Gutiérrez y Trujillo (2009), se presenta bajo la forma de un instrumento escrito, cuyo propósito es ofrecer al usuario un modelo que permita evaluar su gestión interna de la innovación e identificar sus fortalezas y oportunidades de mejora en este ámbito. La elaboración de la guía se basó en los siguientes antecedentes: 1) la revisión de literatura en torno a modelos y herramientas de apoyo a la Gestión de la Innovación utilizados por diferentes entidades españolas; 2) los resultados de un estudio empírico realizado con empresas de la comunidad de Andalucía en España sobre su forma de proceder de cara a la innovación; 3) un ejercicio de referenciación dirigido a las empresas que presentaron su candidatura al premio Andaluz a la excelencia en la modalidad de innovación, en el que fue

posible reconstruir patrones de comportamiento y decisión en torno a la gestión de la innovación; 4) la propia experiencia, del entonces existente Instituto Andaluz de Tecnología, en la gestión de la innovación.

Los anteriores ejercicios derivaron en la elaboración de un modelo de innovación empresarial compuesto de siete criterios: 1) Estrategia y cultura de la innovación; 2) Gestión de los recursos; 3) Vigilancia del entorno; 4) Análisis interno; 5) Generación y selección de ideas; 6) Gestión de los proyectos de innovación; 7) Resultados de innovación.

Una variante del anterior instrumento lo constituye la propuesta desarrollada en México por García y Reyes (2011), consistente en un modelo de diagnóstico basado en el modelo de competitividad sistémica, esta vez, dirigida a pymes que desarrollan TIC. El señalado modelo se estructura en cuatro niveles de análisis a saber: micro (relacionado con los aspectos que competen directamente a la empresa); meso (asociado a la capacidad de la empresa para construcción de redes de colaboración con empresas, entidades estatales y federales o entidades académicas); macro (vinculado a la dimensión macroeconómica que determina las acciones de innovación ejecutadas por la empresa) y meta (correspondiente a los atributos culturales del empresario mexicano y otros factores examinados en el ítem sobre innovación del informe global de competitividad). Las dimensiones expuestas se analizan desde el interior de la empresa hacia el exterior, con el ánimo de hacerse a una visión holística de la empresa en términos de sus fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades del proceso de innovación.

La adopción de la perspectiva sistémica se basó, de acuerdo con los autores, en que:

Un desarrollo industrial exitoso no se logra meramente a través de una función de producción en el nivel micro, o de condiciones estables en el nivel macro, sino también por la existencia de medidas específicas del gobierno y de organizaciones privadas de desarrollo orientadas a fortalecer la competitividad de las empresas (nivel meso). Además, la capacidad de vincular las políticas meso y macro está en función de un conjunto de estructuras políticas y económicas y de un conjunto de factores socioculturales y patrones básicos de organización (nivel meta) (García & Reyes, 2011, pág. 2).

Aparejado con el anterior instrumento, el Modelo de diagnóstico de capacidades de innovación empresariales DICIE®, creado por Guerrero, Rodríguez y Bertieri (2014), se enfoca en la valoración respecto a la relación causa-efecto de diferentes factores que inciden en el proceso de innovación dentro de una organización y fundamenta su estructura en 4 pilares: 1) cultura de innovación; 2) procesos de innovación en la cadena de valor; 3) gestión del conocimiento y tecnología; 4) capacidad relacional. A la fecha de publicación del acta de conferencia que sintetiza el proceder metodológico seguido por los autores para la constitución del modelo, la validación se había realizado por 37 PYMES pertenecientes al sistema regional de innovación Bogotá- Cundinamarca que accedieron al servicio de manera gratuita.

La aplicación del instrumento de recolección de información permitió identificar oportunidades de mejora en aspectos como efectividad, exactitud y rigurosidad del servicio. Puntualmente se analizó como solución para elevar la efectividad, el automatizar parte del procedimiento que actualmente se realiza de forma manual, disminuyendo el periodo de análisis y entrega del informe, además se buscó enriquecer la construcción de los cuestionarios realizados por parte de la empresa consultora en términos de confiabilidad y validez; avances que se esperan incluir en la siguiente versión del modelo (Guerrero, Rodríguez, & Bertieri, 2014).

Un instrumento de obligada referencia lo constituye la cuarta edición del manual de Oslo. Estructurado a manera de guía, el manual propone un conjunto de factores y características destinadas a la medición de las capacidades de innovación en las organizaciones a la luz de cuatro capacidades relacionadas con: 1) los recursos controlados por una empresa, 2) las capacidades generales de gestión de una empresa que incluyen las capacidades relacionadas con la gestión de las actividades de innovación, 3) las habilidades de la fuerza de trabajo y cómo una empresa gestiona su capital humano, 4) la capacidad de diseñar, desarrollar y adoptar herramientas tecnológicas y recursos de datos, con este último se proporciona una fuente de información cada vez más importante para la innovación (OCDE, 2018, pág. 103).

El manual de Oslo sugiere métodos de medición para variables específicas de algunas capacidades, como por ejemplo, la escala Likert para los niveles de capacidad, las categorías profesionales de la clasificación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y los niveles 5 a 8 en la clasificación CINE 2011 para la calificación de la Fuerza de trabajo y capacidades, también se identifica métodos de medición en grados e indicadores; aun así hace falta agrupar otros métodos de medición y profundizar sobre la interpretación de los estos para definir con claridad el alcance de las mediciones realizadas en el ambiente empresarial enmarcado en la innovación inclusiva.

Tabla 1. Capacidades y variables de innovación - Manual de Oslo (2018)

CAPACIDADES DE INNOVACIÓN	VARIABLE
Recursos generales de la empresa	Tamaño de la empresa
	Activos de la empresa
	Edad de la empresa
	Financiación y la propiedad
Capacidades de gestión	Estrategia de negocios
	Capacidades de organización y gestión
	Características del dueño del negocio y de la alta dirección
	Capacidades de gestión de la innovación
	Gestión de la propiedad intelectual y la apropiación
Las habilidades de la fuerza de trabajo y la gestión del capital humano	Calificaciones de la fuerza de trabajo, estructura ocupacional y competencias
	Gestión de recursos humanos
La capacidad de diseñar, desarrollar y adoptar herramientas tecnológicas y recursos de datos	Conocimientos técnicos
	Capacidades de diseño
	Capacidades relacionadas con las tecnologías digitales y análisis de datos

Fuente: Elaboración propia con base en el manual de Oslo (OCDE, 2018)

Complementa el ejercicio de referenciación, la herramienta web virtual desarrollada por el Centro Europeo de Empresas e Innovación – CEEI (2019), consistente en una aplicación web, de acceso libre, en el que se indagan factores asociados a la innovación empresarial a través de un cuestionario estructurado con preguntas de opción múltiple, enmarcadas en 8 factores (nuevas ideas de producto, desarrollo de productos, proceso de innovación, tecnología y *Know-How*, mercado objetivo, liderazgo, asignación de recursos para innovación y evaluación del resultado de innovación), que a su vez se descomponen en una serie de características. El puntaje máximo asignado a cada factor oscila entre los 8 y 16 puntos.

Los antecedentes referenciados hasta el momento comparten la finalidad de contribuir a la elaboración de diagnósticos sobre el estado de la gestión de la innovación desde una perspectiva competitiva, ello confirma la posibilidad de abrir una senda fértil al campo específico de la innovación inclusiva, en tanto que atributo susceptible de ser diagnosticado y desarrollado.

Precisamente, el estudio desarrollado por Yu, Gu, Zhao, y Hu (2016) desarrolla un sistema de indicadores para la evaluación de las capacidades de innovación inclusiva en las diversas regiones de China y consideró los trabajos precedentes de Zou, Xu, y Song (2013) y Gao, Liu, y Zhou (2014). El sistema de indicadores está compuesto por variables enmarcadas en tres factores: 1) entradas de innovación, 2) actores de innovación y 3) salidas de innovación. Para cada factor establece las siguientes características:

Entradas de innovación: Se relacionan con el papel de los factores de producción en las actividades de innovación; frente a este factor, el equipo investigador reduce el capital por fondos; fusiona el trabajo y el espíritu empresarial en conjunto con el talento; reduce la ciencia y tecnología por conocimiento; hace hincapié en el papel de la infraestructura que podría funcionar para el flujo de información y personal; ignora el papel de la tierra y finalmente descubre cuatro tipos diferentes de aportaciones de innovación: fondos, talento, conocimiento, infraestructura.

Salidas de innovación: Se refiere a los productos de innovación inclusiva. La producción de innovación no solo podría satisfacer las necesidades de los grupos de la Base de la Pirámide - BOP, sino que también podría promover la formación de un nuevo entorno económico, social y ecológico que sea bueno para la innovación inclusiva regional. Los factores de producción de la innovación generalmente se pueden dividir en cuatro categorías: producción de conocimiento, condiciones de supervivencia, condiciones de vida, entorno ecológico social.

Actores de innovación: se refiere a los ejecutores que transforman las entradas de innovación en resultados de innovación: las empresas, las instituciones de investigación y las universidades son los principales patrocinadores y emprendedores de actividades de innovación inclusiva. Los grupos en la base de la pirámide son consumidores, productores y empresarios valiosos, que pueden proporcionar a las empresas información y conocimientos que podrían ayudar a las empresas a predecir futuros modelos de negocios y encontrar oportunidades potenciales de innovación. También pueden llevar sus innovaciones al mercado con la ayuda de las empresas. El mayor nivel de educación de los grupos BOP es el efecto más grande de los grupos BOP. Así que elevar los estándares educativos es la clave para promover la participación de los grupos de la BOP en la innovación. Mientras tanto, el gobierno también es un participante activo porque puede proporcionar una garantía del sistema para la innovación excluyente regional.

3. Aspectos característicos de la innovación inclusiva

Subyace en la revisión documental, la atención concedida a la innovación en tanto que condición imprescindible hacia el logro de ventajas competitivas para las empresas (Porter, 2007). Esta visión ha sido debatida por autores que abogan por el desarrollo de una perspectiva más incluyente (Foster & Heeks, 2013; Trojer, Rydhagen, & Kjellqvist, 2014; Foster & Heeks, 2015; Sampedro & Díaz, 2016; Pansera & Martinez, 2016; Gupta, 2019), en el sentido de no suscribirla exclusivamente al ámbito de la competitividad empresarial, sino de hacerla descender al contexto de las realidades que circundan a las capas sociales en situación de

pobreza y aquellas que experimentan los efectos colaterales de un sistema económico inequitativo (Stallings, 2016).

Precisamente, la propuesta que aquí se expone, no se desliga del interés por proporcionar a las mipymes una herramienta que contribuya al diagnóstico de sus capacidades de innovación, desde una perspectiva competitiva, sino que incorpora la dimensión inclusiva en la evaluación de dichas capacidades, cuyo alcance, vale la pena aclararlo, está determinado por los atributos propuestos por los referentes conceptuales examinados en la revisión de literatura y se sintetizan de la siguiente manera: 1) La innovación inclusiva debe dirigirse a la solución de las necesidades o resolución de problemas de los grupos poblacionales excluidos o con ingresos más bajos (Foster & Heeks, 2013; Botha, Grobbelaar, & Bam, 2016). 2) Una innovación es inclusiva si es adoptada y utilizada por los grupos excluidos o de más bajos ingresos (Foster & Heeks, 2015). 3) Es inclusiva si genera un impacto positivo en la calidad de vida de los grupos excluidos (George, McGahan, & Prabhu, 2012) 4) Una innovación es inclusiva si el grupo excluido participa en el desarrollo de la innovación (George, McGahan, & Prabhu, 2012; Foster & Heeks, 2013) 5) Es inclusiva si es creada dentro de una estructura que en sí misma es inclusiva. La inclusión profunda requiere que las instituciones, organizaciones y relaciones subyacentes que conforman un sistema de innovación sean inclusivas. Esto podría requerir una reforma estructural significativa de los sistemas de innovación existentes o la creación de sistemas de innovación alternativos. 6) Es inclusiva si está construida dentro de un marco de conocimiento y discurso que en sí mismos son inclusivos (Heeks, Amalia, Kintu, & Shah, 2013; Botha, Grobbelaar, & Bam, 2016; Gupta, 2019).

4. Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se realizan dos fases, una fase exploratoria, a través de la cual se estudian diferentes propuestas sobre medición de capacidades de innovación y sobre factores de innovación inclusiva. La segunda fase corresponde a la extracción e interpretación de los elementos que harán parte del modelo conceptual.

4.1. Fase 1

Fase dedicada a la exploración de metodologías y herramientas disponibles para la evaluación de capacidades de innovación y factores críticos de innovación inclusiva, se atendieron las consideraciones metodológicas propuestas en la guía de vigilancia tecnológica para la Innovación desarrollada por González y David (2015), en razón del tratamiento sistemático que esta guía propone frente al desarrollo de un estudio de vigilancia tecnológica y de las herramientas que dispone para la definición de variables, selección de información y análisis de los datos.

Al respecto, la citada guía propone una serie de etapas para el desarrollo de un estudio de vigilancia tecnológica: 1) Identificación de necesidades, problemas u oportunidades que requieren resolverse con el estudio. 2) Diagnóstico del estado actual de la organización respecto de los momentos que intervienen en el proceso de VT. 3) Definición de los Factores Clave de Vigilancia. 4) Búsqueda y recolección de información a través de fuentes primarias y secundarias. 5) Análisis de la información. 6) Elaboración de informes. 7) Difusión o modelo.

Las anteriores etapas determinaron el hecho de acudir a diversas técnicas de recolección

de información cualitativa entre las que se consideran: revisión documental en fuentes primarias (websites de los centros de innovación más importantes de Latinoamérica, informes de gestión publicados por estos centros, investigaciones o documentos de trabajo localizados en bases de datos académicas) y secundarias (artículos de prensa, revisión u otro material de difusión en los que sea posible identificar información que responda a las variables de análisis).

En referencia a lo anterior, como parte de la investigación, se realizó la planeación de la vigilancia tecnológica que se dividió en tres momentos: 1) La revisión de literatura en torno a la medición de las capacidades de innovación, 2) La revisión de literatura sobre mediciones de capacidades de innovación inclusiva y 3) La revisión de literatura en torno a los factores que son evaluados en las mediciones de las capacidades de innovación e innovación inclusiva. Durante la ejecución de la vigilancia tecnológica se identificó los factores críticos requeridos para elaborar ecuaciones de búsqueda; estos permitieron validar la existencia de metodologías y herramientas referentes a las capacidades de innovación y las características o variables que permiten consolidar el constructo conceptual sobre la innovación inclusiva. Los factores críticos definidos fueron: metodología, evaluación, medición, capacidades de innovación e innovación inclusiva.

Con los anteriores factores se realizaron 17 búsquedas en las bases de datos: *Scopus*, *Science Direct* y *Google Scholar*, Los resultados obtenidos fueron 92 documentos como fuentes de consulta. De los cuales se filtraron 6 artículos que permiten un mayor acercamiento al concepto de la medición de las capacidades de innovación inclusiva.

4.2. Fase 2

De acuerdo con las propuestas de medición de capacidades se opta por la identificación de la innovación a través de elementos de acuerdo con lo planteado por Yu et al (2016). Para cada elemento se identifican unas características asociadas a la innovación inclusiva y posteriormente, se proponen variables que serán medidas en las organizaciones.

Lo anterior permite llevar a una estructura categorial sustentada en:

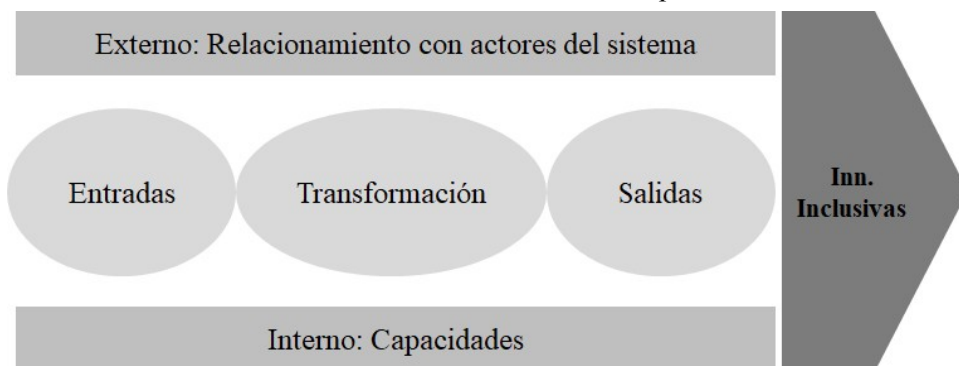
- Elementos de entrada y salida del proceso de innovación
- Elementos internos de las organizaciones correspondientes a las capacidades de innovación según el manual de Oslo.
- Elementos externos, haciendo referencia específicamente al carácter sistémico de la innovación y necesidad de participación de otros actores del sistema de innovación para el desarrollo de innovaciones inclusivas.

5. Resultados: Propuesta conceptual para la medición de capacidades de innovación inclusiva, enfoque organizacional

La presente propuesta se centra en la medición de las capacidades de innovación de las mipymes, con un enfoque en el desarrollo de innovaciones inclusivas. Esto se refleja en la identificación de características de inclusión. Se toma como base, lo propuesto por Yu et al (2017), quienes identifican tres elementos existentes en el proceso innovador con enfoque inclusivo (Entradas, Actores y salidas), complementado con el proceso de transformación correspondiente a las actividades que se realizan al interior de la empresa para producir

innovaciones y las capacidades que lo soportan, siguiendo los lineamientos definidos en el manual de Oslo. En este sentido, se identifica, un entorno externo, un proceso de transformación y elementos internos en la organización, tal como se muestra en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*

Ilustración 1. Modelo conceptual



Fuente: Elaboración propia.

- Salidas de innovación. Representadas por la naturaleza de las innovaciones inclusivas, y sus principales diferencias respecto a las innovaciones competitivas (Botha, Grobbelaar, & Bam, 2016).
- Actores de innovación. Identificación de trabajo colaborativo con otros actores del sistema para sumar capacidades y principalmente la vinculación de los beneficiarios de las innovaciones al desarrollo de la innovación (Heeks, Amalia, Kintu, & Shah, 2013).
- Entradas de innovación. Están relacionadas con aquellos elementos o insumos que son requeridos para el desarrollo de las innovaciones (Botha, Grobbelaar, & Bam, 2016).
- Transformación. Corresponde al proceso de desarrollo de las innovaciones, el cual concuerda con el proceso tradicionalmente conocido que también se ve permeado por las capacidades de innovación.
- Capacidades de Innovación. Las características constitutivas de las capacidades de innovación parten de la propuesta del manual de Oslo y son complementadas aquellas variables que pueden tener incidencia en el contexto de inclusión.

En este sentido, el modelo de medición de capacidades de innovación inclusiva propuesto se compone de cinco elementos, que se desagregan en 37 variables. Esta propuesta se sustenta en la identificación de aquellas capacidades que de una u otra forma tienen un elemento a considerar de inclusión, por ejemplo: En la capacidad de Gestión existe la variable “orientación estratégica”, la cual está enfocada en el contexto competitivo, así mismo es necesario identificar si la estrategia del negocio también apunta a generar inclusión a través de la innovación (ver variables 18 y 19). De este mismo modo, toma relevancia la experiencia de la organización tanto para el contexto competitivo, como para el contexto de inclusión. La primera se genera en el mercado y la segunda con la comunidad que atiende. Esto puede llevar a que la empresa genere lazos de confianza con la población (Zhang & Wu, 2016).

Siguiendo esta misma lógica fueron revisadas las variables propuestas por Oslo para cada capacidad y de ellas se extraen las siguientes variantes de las variables, pero con enfoque inclusivo.

- Tamaño de la empresa (número de empleados de la población beneficiaria)
- Años de operación de la empresa con enfoque inclusivo
- Financiación colectiva o pública o externa tipo donación
- Estrategia de negocio con enfoque inclusivo
- Capacidad de respuesta (capital social)
- Características del dueño del negocio y la alta dirección
- (Experiencia en proyectos con población vulnerables)
- Identificar, generar, evaluar y buscar ideas para la innovación inclusiva
- Alineación de diferentes actividades de innovación, objetivo inclusivo
- Vinculación de fuerza de trabajo de la comunidad
- Políticas de selección con enfoque inclusivo
- Personal idóneo para interactuar con la comunidad
- Conocimiento de la comunidad
- co-diseño o co-creación (participación de los usuarios potenciales en la generación de conceptos de diseño)

Con base en lo anterior, en la Tabla 2 se muestra el modelo conceptual propuesto, de acuerdo a los cinco elementos claves para el desarrollo de innovaciones inclusivas y sus respectivas 37 variables. Cabe anotar, que este modelo no desconoce el ámbito competitivo, sino que se muestran como completo.

Tabla 2. Estructura categorial de herramienta para el diagnóstico de capacidades de innovación inclusiva

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	VARIABLES		REFERENTE
Salidas de innovación	Naturaleza de la innovación	1	Orientación del producto a población de bajos recursos	Botha, Grobbelaar & Bam (2016)
		2	Oferta de productos asequibles para la población BOP	Heeks & Foster (2015)
		3	Nivel de calidad de los productos	Heeks & Foster (2015)
		4	Estrategias de seguimiento al nivel de apropiación de la población beneficiaria	Heeks et al (2013)
		5	Estrategias para la medición del impacto de las innovaciones en la población	Botha, Grobbelaar & Bam (2016)
Actores de innovación	Roles	6	Participación de los beneficiarios en la conceptualización y desarrollo de innovaciones	Botha, Grobbelaar & Bam (2016)
		7	Participación de otras empresas o instituciones en el desarrollo de la innovación	Botha, Grobbelaar & Bam (2016)

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	VARIABLES		REFERENTE
Entradas de innovación	Demanda	8	Estrategias para la identificación de NPO en segmentos poblacionales de bajos ingresos	Botha, Grobbelaar & Bam (2016)
		9	Alcance geográfico de la innovación	Yu et al (2017)
		10	Fuentes de la innovación (Convocatorias, alianzas estratégicas, propósito misional)	Yu et al (2017)
Capacidades de innovación	Recursos generales de la empresa	11	Tamaño de la empresa (número de empleados)	OCDE (2018)
		12	Tamaño de la empresa (número de empleados de la población beneficiaria)	
		13	Activos de la empresa	OCDE (2018)
		14	Años de operación de la empresa	OCDE (2018)
		15	Años de operación de la empresa con enfoque inclusivo	OCDE (2018)
		16	Financiación propia y propiedad	OCDE (2018)
		17	Financiación colectiva o pública o externa tipo donación	
	Capacidad de Gestión	18	Estrategia de negocios	OCDE (2018)
		19	Estrategia de negocio con enfoque inclusivo	
		20	Capacidades de Organización y Gestión	OCDE (2018)
		21	Capacidad de respuesta (capital social)	OCDE (2018)
		22	Características del dueño del negocio y la alta dirección	OCDE (2018)
		23	Características del dueño del negocio y la alta dirección (Experiencia en proyectos con población vulnerables)	
		24	Capacidades de Gestión de la Innovación	OCDE (2018)
25	identificar, generar, evaluar y buscar ideas para la innovación inclusiva			
26	Alineación de diferentes actividades de innovación, objetivo inclusivo			
27	Gestión de la propiedad intelectual y la apropiación	OCDE (2018)		

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	VARIABLES		REFERENTE
	Aptitudes de los empleados y Gestión de Recursos Humanos	28	Calificaciones de fuerza de trabajo, estructura ocupacional y competencias	OCDE (2018)
		29	Vinculación de fuerza de trabajo de la comunidad	
		30	Gestión de Recursos Humanos	OCDE (2018)
		31	Políticas de selección con enfoque inclusivo	
		32	Personal idóneo para interactuar con la comunidad	
	Capacidad tecnológica	33	Conocimientos técnicos	OCDE (2018)
		34	Conocimiento de la comunidad	
		35	Capacidades de diseño	OCDE (2018)
		36	co-diseño o co-creación (participación de los beneficiarios potenciales en la generación de conceptos de diseño)	
		37	Capacidades relacionadas con las tecnologías digitales y análisis de datos	OCDE (2018)

6. Conclusiones y trabajos futuros

La innovación inclusiva, como modelo alternativo de la innovación competitiva, surge para abordar aquellas problemáticas sociales y ambientales que no son tenidas en cuenta en el enfoque competitivo. Esto exige un replanteamiento de diferentes elementos que hacen parte del fenómeno de la innovación, tal como lo es su medición. Principalmente porque se afectan elementos claves que determinan la intención y el proceso para desarrollar innovaciones.

Por lo tanto, los métodos, metodologías y herramientas existentes para medir las capacidades de innovación de las empresas en un contexto competitivo, no se ajustan al 100% a las condiciones que caracterizan las innovaciones inclusivas, partiendo desde el elemento de mayor relevancia como lo es el objetivo de la innovación. Esto conlleva a revisar a fondo las minucias que son requeridas para poder realizar una medición apropiada.

Sin embargo, no es necesario partir de cero, los avances que se tienen sobre medición de capacidades de innovación en contexto competitivo aportan bases sólidas para desarrollar modelos de medición que tengan un enfoque inclusivo, tal como se propone en este trabajo, que toma como base la propuesta de medición de las capacidades de la innovación del Manual de Oslo y se complementa, a nivel de elementos y variables, con las características que hace que una innovación se considere inclusiva.

El alcance de este trabajo se centró en la propuesta del modelo conceptual, por lo que requiere continuidad en su construcción, validación y aplicación. Estos últimos serán enfocados en el contexto del sector empresarial del Oriente Antioqueño, que hace parte del Departamento de Antioquia, Colombia. Para su aplicación se desarrollará una herramienta web que facilite la recolección y tratamiento de los datos.

7. Referencias

- Baena, C., Gutiérrez, L., Gutiérrez, E., & Trujillo, M. (2009). *Guía para la Autoevaluación de la Gestión de la Innovación Empresarial*. Obtenido de [www.eoi.es: http://www.eoi.es/fdi/sites/default/files/7.%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20autoevaluaci%C3%B3n%20de%20la%20innovaci%C3%B3n%20empresarial.pdf](http://www.eoi.es/fdi/sites/default/files/7.%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20autoevaluaci%C3%B3n%20de%20la%20innovaci%C3%B3n%20empresarial.pdf)
- Botha, L., Grobbelaar, S., & Bam, W. (2016). Towards a framework to guide the evaluation of inclusive innovation systems. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3SpecialIssue), 64-78.
- Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño. (Junio de 2018). *Análisis Comparativo Empresarial y Regional. Junio - 2018*. Obtenido de www.ccoa.org.co: <https://www.ccoa.org.co/camara-y-region/crecimiento-regional>
- Foster, C., & Heeks, R. (2013). Conceptualising Inclusive Innovation: Modifying Systems of Innovation Frameworks to Understand Diffusion of New Technology to Low-Income Consumers. *The European Journal of Development Research*, 333-355.
- Foster, C., & Heeks, R. (2015). *Policies to support inclusive innovation*. Manchester, UK: Centre for development informatics.
- Fundación CEEI Albacete. (2019). *Autodiagnóstico de la innovación*. Obtenido de www.ceeialbacete.com: <http://www.ceeialbacete.com/autodiagnosticos/autodiagnostico/autodiagnostico.htm>
- Gao, T., & Liu, X. Z. (2014). The measurement of China's regional inclusive innovation performance: theoretical model and its empirical verification. *Stud Sci Sci*, 613-621.
- García, J., & Reyes, J. (2011). *Propuesta de un instrumento diagnóstico de innovación: un diagnóstico para pymes que desarrollan TIC*. Obtenido de infotec.repositorioinstitucional.mx: <https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/178/3/PROPUESTA%20DE%20UN%20INSTRUMENTO%20DIAGN%C3%93STICO%20DE%20INNOVACI%C3%93N.pdf>
- García, J., & Reyes, J. (2011). *Propuesta de un instrumento diagnóstico de innovación: un diagnóstico para pymes que desarrollan TIC*. Obtenido de <https://infotec.repositorioinstitucional.mx>: <https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/178/3/PROPUESTA%20DE%20UN%20INSTRUMENTO%20DIAGN%C3%93STICO%20DE%20INNOVACI%C3%93N.pdf>
- George, G., McGahan, A., & Prabhu, J. (2012). Innovation for Inclusive growth: towards a theoretical framework and research agenda. *Journal of Management Studies*, 49(4), 661- 683.
- Gomez, E. (2017). La innovación inclusiva y su evolución: Análisis a través de un ejercicio bibliométrico. *XVII Congreso latinoamericano de gestión tecnológica*. Ciudad de México.
- González, A. I., & David, D. (Diciembre de 2015). *Guía práctica InnoviTech. Vigilancia tecnológica para la innovación*. Obtenido de www.ovtt.org: <https://www.ovtt.org/sites/default/files/archivos/Gu%C3%ADa%20Pr%C3%A1ctica%20InnoViTech%202015.pdf>
- Guerrero, C., Rodríguez, L., & Bertieri, J. (2014). Modelo de diagnóstico de capacidades de innovación empresariales DICIE. *IV Congreso internacional de gestión tecnológica e innovación* (págs. 1-18). Cartagena de Indias: COGESTEC.
- Gupta, S. (2019). Understanding the feasibility and value of grassroots innovation. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 1-25.
- Heeks, R., Amalia, M., Kintu, R., & Shah, N. (2013). Inclusive Innovation: definition, conceptualisation and future research priorities. *Manchester Centre for Development Informatics*, 53, 1-26. Obtenido de Manchester Centre for Development Informatics(53), 1-26.
- Instituto Catalán de Tecnología. (1999). *Test de Innovación empresarial ICT*. Obtenido de [www.ictonline.es: http://www.haztuplandenegocios.com/docs/test_catalan.pdf](http://www.haztuplandenegocios.com/docs/test_catalan.pdf)
- McGahan, A., & Jaideep, P. (2012). Innovation for Inclusive Growth: Towards a Theoretical Framework and a Research Agenda. *Journal of management studies*, 661-683.
- Naciones Unidas. (25 de Octubre de 2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. *Asamblea General*. Obtenido de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>
- OCDE. (2018). *Manual de Oslo 2018: Guía para la Recogida, Reporte y Uso de Datos sobre Innovación, 4ª edición, la medición de la ciencia, Tecnología e innovación*. Paris, luxemburgo: Eurostat. Obtenido de www.itq.edu.mx: <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Pansera, M., & Martinez, F. (2016). Innovation for development and poverty reduction: an integrative

- literature review. *Journal of Management Development*, 2-13.
- Porter, M. (2007). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard Business Review*, 69-95.
- Robledo, J. (2017). *Introducción a la Gestión de la Tecnología y la Innovación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Sampedro, J., & Díaz, C. (2016). Innovación para el desarrollo inclusivo: Una propuesta para su análisis. *Economía informa*, 34-48.
- Stallings, B. (2016). Innovation, Inclusion, and Institutions: East Asian Lessons for Latin América? En A. Foxley, & S. B. (Editores), *Innovation and Inclusion in Latin América. Strategies to avoid the middle - income trap* (págs. 1-32). New York: Springer.
- Sutz, J. (2010). Ciencia, Tecnología, Innovación e Inclusión Social: una agenda urgente para universidades y políticas. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 3-49.
- Trojer, L., Rydhagen, B., & Kjellqvist, T. (2014). Inclusive Innovation Processes - experiences from Uganda and Tanzania. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 425-438.
- Van Der Merwe, E., & Grobbelaar, S. (2016). Evaluating Inclusive Innovative Performance: The Case of the e-Health System of the Western Cape Region, South Africa. *Technology Management for Social Innovation*, 344-358.
- Villa, E., Hormecheas, K., & Robledo, J. (2017). De la innovación competitiva a la innovación inclusiva: el rol de la universidad latinoamericana. *XVII Congreso Latinoamericano de Gestión Tecnológica* (págs. 1-16). Ciudad de México: ALTEC.
- Yu, K., Gu, X., Zhao, C., & Hu, Y. (2016). Research on Evaluation of Regional Inclusive Innovation Capacity Based on Catastrophe Progression Method. En J. Xu, A. Hajiyevev, S. Nickel, & M. (. Gen, *Proceedings of the Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management* (págs. 179-190). Singapur: Springer.
- Zapata, D., Ximena, M., & Naranjo, L. (Marzo de 2017). *Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo compatible con el Clima en el Oriente antioqueño*. Alianza Clima y Desarrollo, Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare, Fundación Natura, WWF. Obtenido de www.comare.gov.co: <https://www.comare.gov.co/Plan-crecimiento-verde/PLAN-CRECIMIENTO-VERDE-Y-DESARROLLO-COMPATIBLE-CON-EL-CLIMA.pdf>
- Zhang, Z., & Wu, X. (2016). The inclusiveness of internet-based agri-business innovation system: A case study on Alibaba. *PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings*, (págs. 1098 -1105).
- Zou, X., Xu, Z., & Song, Y. (2013). Research on measurement and evaluation of regional inclusive innovation capacity. *Sci Res Manage*, 343-348.

Social innovation initiatives expansion

Carolina Beltrão de Medeiros
Fundação Joaquim Nabuco, Brasil
carolina.beltrao@hotmail.com

Carla Regina Pasa Gómez
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
carlapasagomez@gmail.com

Abstract

This paper proposes a model for analyzing the elements which influence the trajectory of social innovation (SI) initiatives expansion. Social innovation concept considers those initiatives that have the purpose of generating new social responses, based on activities developed by a collective of actors, in a process that may be related to products, services, interventions or knowledge. Methodologically, this research had a qualitative approach, using Adaptive Theory in four steps for elaborating the theoretical model. The first step was from the result of literature; the second and third steps were to discuss the model and its concepts, with academics and research, both specialists in SI; and the fourth step consisted of two Brazilian SI case studies. As conclusion, the analytical model is presented suggesting to management of existing SI initiatives and to contribute proposing public policies that use social innovation as the main reference.

Keywords:

Social innovation. Social value. Systemic change. Adaptive theory.

1. Initial remarks

Society in 21st century has been constantly challenged to solve numerous issues arising from a logic mostly supported by economic assumptions. These situations appear to be multifaceted and involve several interacting actors, which increases their degree of resolution complexity: scarcity of resources, epidemic of syndromes and chronic diseases, climate changes, population ageing and the costs associated with health care, the impact of mass urbanization, among others.

Amid this range of urgencies, social issues must be a major concern of research aimed at a less unequal society. In order to produce results that seek to benefit the community, to the detriment of traditional economical conceptions regarding the concept of innovation, Social Innovations (SI) emerge. SI can be defined as innovations that generate social value, in search of responses to society's problems, and can be considered as vectors to induce positive social changes (Bureau Of European Policy Advisers [BEPA] (2010); Murray, Caulier-Grice & Mulgan, 2010; Bouchard, 2012; Choi & Majumdar, 2015).

Social Innovation initiatives have been presented as viable alternatives to solve local demands as well as major global challenges, also to stimulate systemic changes (changes in attitudes and core values; strategies and policies; organizational structures and processes) from a sustainability perspective, in its triple dimension (social, environmental and economic).

These initiatives also are able to involve the government, businesses and, above all, civil society (Hubert, 2010; Tracey & Stott, 2017). It should be noticed that these initiatives are considered as actions and solutions which can be a product, service, process or methodology, connected to the most diverse areas of social intervention.

Social innovation is a polysemic subject. There are definitions that approach the concept focusing on the results that the initiative intends to achieve. On the other hand, there are those that emphasize the importance of the SI process in its stages of development and expansion to other territorial and/or social contexts.

The perspective of SI as a process assumes that SI is consolidated and can be expanded by social actors' participation. These actors are not only seen as beneficiaries, but as effective participants along the trajectory of these initiatives (Tardif & Harrisson, 2005, André & Abreu, 2006, Rollin & Vincent, 2007, Murray et al., 2010, Codini, 2015), assuming protagonist roles in several opportunities.

The approach that considers SI initiatives as a result lies in the fact that these initiatives can be replicable. The possibility that they can be deployed or “exported” to other contexts is essential for their scope to be broadened and strengthened to gain inputs from quantitative (SI dissemination to other contexts) and qualitative (institutionalization of practices) perspectives.

Both process and result approaches can be considered concomitantly, since there is no way to dissociate the outcomes from the way social innovation has ran its trajectory (Murray et al., 2010; BEPA, 2010; Correia, Oliveira & Gómez , 2016).

Initially, it was assumed that studying the stages of expansion of SI initiatives allow a clearer understanding of their paths, which may bring significative results to the territories where these initiatives were established. Thus, the approach chosen for this research came from the premise that an in-depth analysis of how these initiatives expand can contribute to understanding existing dynamics and promoting new ones.

Considering that not all SI initiatives take the same path of development and expansion, but they share the common role of promoting social value, this paper proposes a model to analyze the elements that influence the expansion path of these initiatives.

2. Social innovation initiatives expansion: a theoretical model

The main premises that guided Theoretical Model of Social Innovation Initiatives Expansion development are based on approaches that consider collaboration and participation (process) and social purpose (result).

The first premise establishes that SI initiatives should: generate social value in an induced way (BEPA, 2010; Murray et al., 2010); consider tangible (products and services) and intangible (knowledge and interventions) operational formats for achieving their goals; and comprehend the active participation of actors during expansion process.

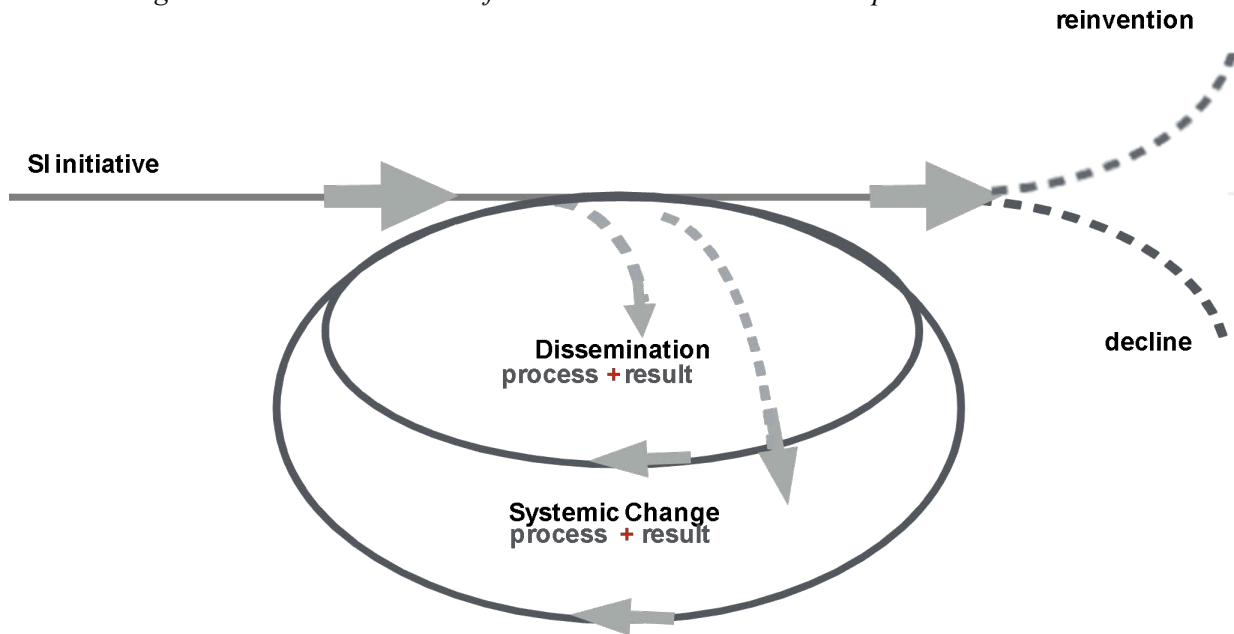
The second premise establishes that expansion process can only be considered when the actors in the territorial context appropriate the new strategy through social practice (André & Abreu, 2006; Rollin & Vincent, 2007; Murray et al., 2010; BEPA, 2010). It also considers the non-linear nature of social innovation initiative expansion path (BEPA, 2010; Murray et al., 2010). This is a path in which several actors interact, and it does not always allow the initiatives to reach their highest stage – that of their institutionalization.

Some initiatives, influenced by the environment in which they are inserted, end up stalled and do not spread, some reinvent their main scope and some even decline during their

paths (André & Abreu, 2006).

The initial effort was present a model to show a understanding of how the expansion paths of SI initiatives establish themselves, providing means to investigate the elements that influence the multiple possible trajectories that these initiatives may take (Figure 1).

Figure 1: Theoretical Model of Social Innovation Initiatives Expansion



Source: Self elaboration.

The first path (Dissemination) recognizes that a SI initiative has already been appropriated by the actors involved and begins to spread (BEPA, 2010), expanding in two forms: 1) scaling, which refers to solutions that can be “exported”, such as SI attached to products and services, and 2) diffusion, which relates to the provision of knowledge or intervention through individuals and their networks (Murray et al., 2010). In this stage, there may be several strategies to grow and disseminate an innovation.

The second path is called “Systemic Change”. This is the stage in which a SI initiative is institutionalized, provoking systemic changes in society (Murray et al., 2010; BEPA, 2010). Actions become habits and refer to behaviors that have developed empirically, and that can be adopted by an actor or group of actors to solve recurring problems (Tolbert & Zucker, 1996).

The reinvention of a SI happens when the initial innovation is reinvented and begins to follow a new path, changing its scope and starting a new wave of innovation (André & Abreu, 2006). Decline stage can be found in several cases in the existing literature about organizational phenomena but it should be noticed that some authors prefer not to include the decline stage in their models, because decline could occur from any stage and does not follow a linear sequence.

The Process dimension consists of three initial categories, obtained from the literature: Coordination of Activities, Conditions of Evolution and Mobilization of Actors, based on Lévesque (2002), Cloutier (2003), Tardif and Harrisson (2005), Rollin and Vincent (2007), Assogba (2010), BEPA (2010), Murray et al. (2010), Cajaiba-Santana (2014), Howaldt,

Domanski and Kaletfa (2016) and Freire, Del Gaudio and Franzato (2017).

Coordination of Activities refers to the management of activities directly involved in the SI initiative, considering that the path of expansion of SI initiatives include a set of interaction processes between different actors, making them complex and difficult to analyze in their entirety. These innovation processes mainly affect the coordination methods and ways of ensuring that this coordination is effective (Tardif & Harrisson, 2005).

SI initiatives comprehend the creation of a knowledge or leadership reference (Assogba, 2010), which can start from the base (bottom-up) or come from previously formatted guidelines (top-down) (BEPA, 2010).

Based on the procedures used in its management, the path of SI initiatives considers the study of the new forms of labor division and coordination, as well as the conditions of coordination and social interaction, which is also the place of new forms of governance (Lévesque, 2002). In the context of SI initiatives expansion, it is expected the construction of new social practices (Cajaiba-Santana, 2014).

In this sense, SI initiatives expansion is frequently described as a collective learning and training process (Lévesque, 2002; Cloutier, 2003), through negotiation processes and formal and informal agreements, in activities that exchange knowledge and experience (Rollin & Vincent, 2007). The trajectory has the participation and interaction of actors in its many stages, which can impulse the initiatives, acquiring the necessary knowledge for making the desired changes. This contribution is reflected in new abilities (Howaldt, Domanski & Kaletfa, 2016).

Conditioning of Evolution refers to the elements that can potentially impact the dynamic of a SI initiative, which can be internal and external forces. The process evaluation shows which factors can cause restrictions to the expansion of SI initiatives (Tardif & Harrisson, 2005).

Some stress points that arise during the process may come from the existing normative structure (norms, values, models and ideologies), which have a function of providing normative stability to the context in which the SI is being developed (Assogba, 2010). The conditions pointed out in the model developed by Murray et al. (2010) refer to potentially relevant and available resources so that SI initiatives can be sustained and remain open and collaborative. In this context, other factors that affect and have the potential to reduce innovation degree of an initiative can be considered as the complexity and uncertainty of the dynamics, the resistance of actors, due to antagonistic points of view and divergent interests (Assogba, 2010).

Actors Mobilization is concerned with actor's participation involved in SI initiatives. In this sense, the SI initiatives present themselves as the result of an open expansion path, in which many different actors collaborate (Freire, Del Gaudio & Franzato, 2017).

Tardif and Harrisson (2005) consider as actors those of a social nature, representing civil society (individuals, associations, unions, social movements); of an organizational nature (companies, non-governmental organizations and social enterprises); and of an institutional nature (state, institutions). The role and conditions for the participation of these social actors in the development and implementation of innovative projects, alongside other organizational actors and institutional actors, is the greatest challenge for these paths of innovation (Tardif & Harrisson, 2005).

The setting for SI initiatives expansion is made of interactions between social actors, their relationships with peers and other actors, in addition to the meanings given by them to different situations, which can generate new social relationships, even though this process is

sensitive to institutional circumstances (Cajaiba-Santana, 2014). This scenario may involve a process of democratic demonstration of negotiation and commitment, culminating in the appropriation of SI by the local community.

A permanent challenge for expanding SI initiatives is that actors should be able to maintain a significant level of collaboration between them, in which the boundaries between social, organizational and institutional actors are not clearly defined. This reinforces the richness of the interactions during the path. These would be the requirements for establishing a commitment formulation, a kind of adjustment among actors, seeking reconciliation of interests and mobilization (Assogba, 2010).

Result dimension of the theoretical model is constituted initially by the categories Social Transformation and Socio-political Gains, which are based on the works of Cloutier (2003), Murray et al. (2010) and Correia, Oliveira and Gómez (2019).

Social Transformation deals with aspects directly related to the permanent and long-lasting social changes (Cloutier, 2003) that result from the expansion of SI initiatives.

According to Correia et al. (2019), social transformation cannot be achieved by a single organization or sector, due to the comprehensiveness of several factors, such as culture, business practices, legislations or political factors, and the interactions between them. Thus, in order to obtain environment change, it is expected that actors change their attitudes and behaviors.

Social innovation definitions cover a variety of interpretations, but a common aspect among them is the importance attributed to the development of innovative solutions that can promote improvement in living conditions of individuals and confront social issues. In this context, SI initiatives could facilitate the implementation of services, standards, procedures and programs (Cloutier, 2003), contributing to better health, education and income conditions for social actors who benefit from them.

The analyses tend to address how these social transformations emerge along the expansion path of SI initiatives and serve collective interests, based on the recognition of responses to the social needs and aspirations initially detected, which may influence this path.

Socio-political Gains are results not directly related to the initiatives' original objectives. This category states that SI initiatives come to be perceived as a political emancipation of social groups, which become more autonomous and involved in collective thinking, and also the quality of relationships between the actors, to create opportunities for the population (Correia et al., 2019).

In this case, SI initiatives can be considered a solution to improve social resilience (through acquired knowledge) and to increase the number of beneficiaries with sociopolitical capabilities and access to resources (empowerment).

Economic, cultural and environmental gains can be expressed as: changes in social relations, for example, by establishing alternatives to reconfigure production flows (economic gains); guarantee of ethnic and cultural plurality, and respect for the communities' traditional knowledge (cultural gains); and an approximation between the environment and the development (environmental gains), which involves the discussion over the need to promote a sustainable management of the natural resources base (Correia et al., 2019).

Analysis indicators mentioned in the categories assume that SI initiatives should be regarded as local processes, initiated by different actors that seek to change their relationships, influencing the local context. They also should be analyzed taking into perspective their possibility to expand to other contexts, through the stages presented in the model. This is the set of analyses that this study provides.

3. Method

This study's methodological procedures were based on Adaptive Theory (Layder, 1998), which provides an articulation between the theoretical framework and the empirical findings in field research.

Considering this suggestion, the theoretical framework elaboration was influenced by the records and results empirically obtained (interviews, in loco observations and interpretations of documents), being successively fed by new primary data.

After initial proposition, two sequential rounds of consultation to Brazilian specialists in SI were proceeded. The analysis of the interviews made with these specialists reached a consensus that social innovation initiatives emerge to change an unsatisfactory situation, being directly related to social actors protagonism, providing social value, which is different from social transformation. The latter concept presupposes profound changes in society and was present in the first proposed version of the model. Senior specialists (Brazilian researchers with more than 5 years of experience as teachers, academic supervisors and authors of articles published nationally and internationally) and junior specialists (Brazilian researchers who have developed their academic works – thesis and dissertations on the subject – and authors of papers published nationally and internationally) reviewed and made suggestions to the model.

After that, adjustments to the theoretical model were proceeded, which resulted in a new version that was subsequently validated with two case studies.

The first case was Angel Mothers Union (AMU). Based in Recife (Pernambuco, Brazil), it is a pioneer SI initiative in an initial stage of expansion, already very important for the region it is located at. AMU deals specifically with public policies for babies affected by cerebral malformations resulting from the diseases associated with Zika virus, contracted by their mothers during pregnancy.

AMU was founded in December 2015 and operates primarily in Recife, but it is currently expanding for other cities in Pernambuco and neighboring states. The association has been concerned with including these infants in society, providing knowledge about the families' rights regarding the children's health care and development, as well as psychological support for caregivers, exchange of information and experiences.

The second case, Project 1 Million Cisterns (P1MC), was created in 1999. After being disseminated in its region, as an innovation based on policies for water storage, it became a public policy formalized by a federal law. Initially, it was developed by Brazilian Semi-Arid Articulation – ASA network, which reunites more than three thousand civil society organizations. After being institutionalized, it started being developed through public bids launched by the Federal Government to local executing units. In this way, it has served families that still need technical, physical and economic support to store water, in order to make life possible in the Semi-arid environment.

Both SI initiatives were developed with the purpose of generating social value, initially by groups of individuals who sought to solve unresolved local problems. From this perspective, the two cases present SI initiatives that were developed by a collective of actors, based on the understanding and projection of demands pointed out by these groups of individuals.

The option of choosing cases in different stages of expansion was made in order to confront their similarities and differences, by analyzing the moments of their expansion paths and carrying out an in-depth investigation to reveal the main characteristics of each stage. In both cases, six actors involved with the initiatives were interviewed. Primary data were also

collected through participant observation.

After analysis process, all categories listed in the model were validated for both dimensions, Process and Result, in accordance with the assumptions presented in the initial version. Analysis indicators were discussed in both case studies and some observations regarding them emerged to improve the model.

4. Results and Discussion

Senior specialists contributed to the maturation of the theoretical proposal, due to interviewees multidisciplinary profile, aligned with the various existing approaches to the concept of SI. The analyses of the interviews reached a consensus that social innovation initiatives emerge to change an unsatisfactory situation, being directly related to social actors protagonism and resulting in social value, which is different from social transformation. The latter concept presupposes profound changes in society and was present in the first proposed version of the model. As a result, the experts suggested that seven indicators and two categories should be changed, and one indicator should be suppressed.

After these changes, with Junior specialists, the main difference was the experience of the theoretical-empirical studies carried out by the researchers specifically in the area of social innovation. They were able to enrich the interviews with experiences from social innovation initiatives undertaken in the field, as opposed to a more theoretical and general vision provided by the senior experts. These specialists contributed to understand the coherence of the selected indicators. There was consensus for altering only one indicator, in order to make explicit the importance of the collaboration network that is formed within SI initiatives. This network involves the support, trust and commitment of involved actors (Harrisson; Chaari & Comeau-Vallée, 2012) and represents one of their biggest direct gains.

The case studies allowed to analyze some similarities and differences regarding the indicators, which contributed to the final proposition of the model. In sume, the notes indicated that these indicators' criteria of analysis should have a more generic nature.

In Process dimension, Coordination of Activities refers to activities directly involved in the SI initiative. The findings related to Leadership References indicator allows to conclude that leaderships are important for expanding SI initiatives, but the main factor for their growth is the innovation's content, which begins to be recognized and applied by other people, in different contexts, regardless of their leaders.

In this context, it is important to give special attention to the matters related to New Forms of Labor Organization indicator in both cases. There is a clear need to formalize activities related to the SI initiatives as they expand, in a way to make work more independent from the people.

In both studied cases, Actors Learning indicator shows an upward curve as the growth of the SI initiatives occurs. The learning process is directly related to the forms of labor organization within these initiatives, in a convergence of new dynamics among the various roles assumed by the actors during their expansion.

Circumstances of Evolution is made up of indicators that refer to the circumstantial elements around the management of the activities involved in the SI initiatives, which can either boost or prevent these initiatives. Regarding Normative Structure indicator, it is noteworthy that the law that institutionalized PIMC is an element that boosted its expansion. In the case of AMU, there is a benefit to the families, called Benefit of Continued Provision to

improve the economic power of low-income families raising a disabled child. This may also be a factor that induces the expansion of AMU, by increasing the families' income.

Available Resources indicator is crucial for the expansion of SI initiatives in the case of innovations related to services or products, such as P1MC, which depends on the budget for building the cisterns in addition to agroecology and cistern maintenance training courses offered to the families. In the case of AMU, an innovation related to social intervention, resources have less influence on the issue of expansion, even though they are essential for maintaining the organization's physical structure and developing a rehabilitation center for children with microcephaly at the association's headquarters.

Diverse Interests indicator considers that expansion is often a process filled with obstacles that need to be transposed. On the other hand, as conflicts of different natures arise along the initiatives' path of expansion, they can act as propellants for the expansion, by involving more discussions and thoughts on the subject.

Mobilization of Actors refers to the actors involved in SI initiatives. In both cases, it is noticeable that the initiatives would not have expanded without the Participation of Social Actors indicator, an indicator that reveals these actors' protagonism, a fundamental element for any social innovation initiative. In both studied cases, it was possible to verify an effective and leading participation of social actors.

Participation of Organizational Actors indicator and Participation of Institutional Actors indicator may not occur in the first moment of expansion, but as time goes by and new relationships develop, their participation becomes more important.

In Result dimension, Social Value refers to the direct results achieved by SI initiatives for social actors. This category was validated by the presentation of direct results achieved by MUA and P1MC, which partially met the proposed objectives, but expect to continue expanding to reach the goals initially set. These results could be verified in the aspects related to Change in the Environment indicator, as the analyses show that the change provided by P1MC is not only the quantity of cisterns present in the region, but specially the perception that Semiarid issues are being viewed in a different way, which appreciates aspects related to coexisting with the region. However, it has not been able to end the poor management of water resources in certain regions, leaving space for specific actions of water supply at high costs or in exchange of political favors. In the case of AMU, the perception of change is mainly related to the decrease of prejudice suffered by children with microcephaly, through a local framework of more supportive actors.

Considering Improvements in Living Conditions indicator, it is possible to find that both cases show how an organized civil society can contribute positively and effectively to improving the welfare of beneficiary actors.

By arguing with the government over its demands and holding several events about microcephaly, AMU has managed to grant resources to perform activities related to the welfare of children and caregivers, expanding their reach to agencies directly related to healthcare. This is the result of Collective Interests indicator. In the case of P1MC, this indicator points to a more expressive intervention along with social actors involved in the process. In consolidating the program, the population takes on a more important role, ceasing to be just a victim and gaining more knowledge about the "drought industry", historically represented by sporadic actions and private appropriation of the benefits of public investments.

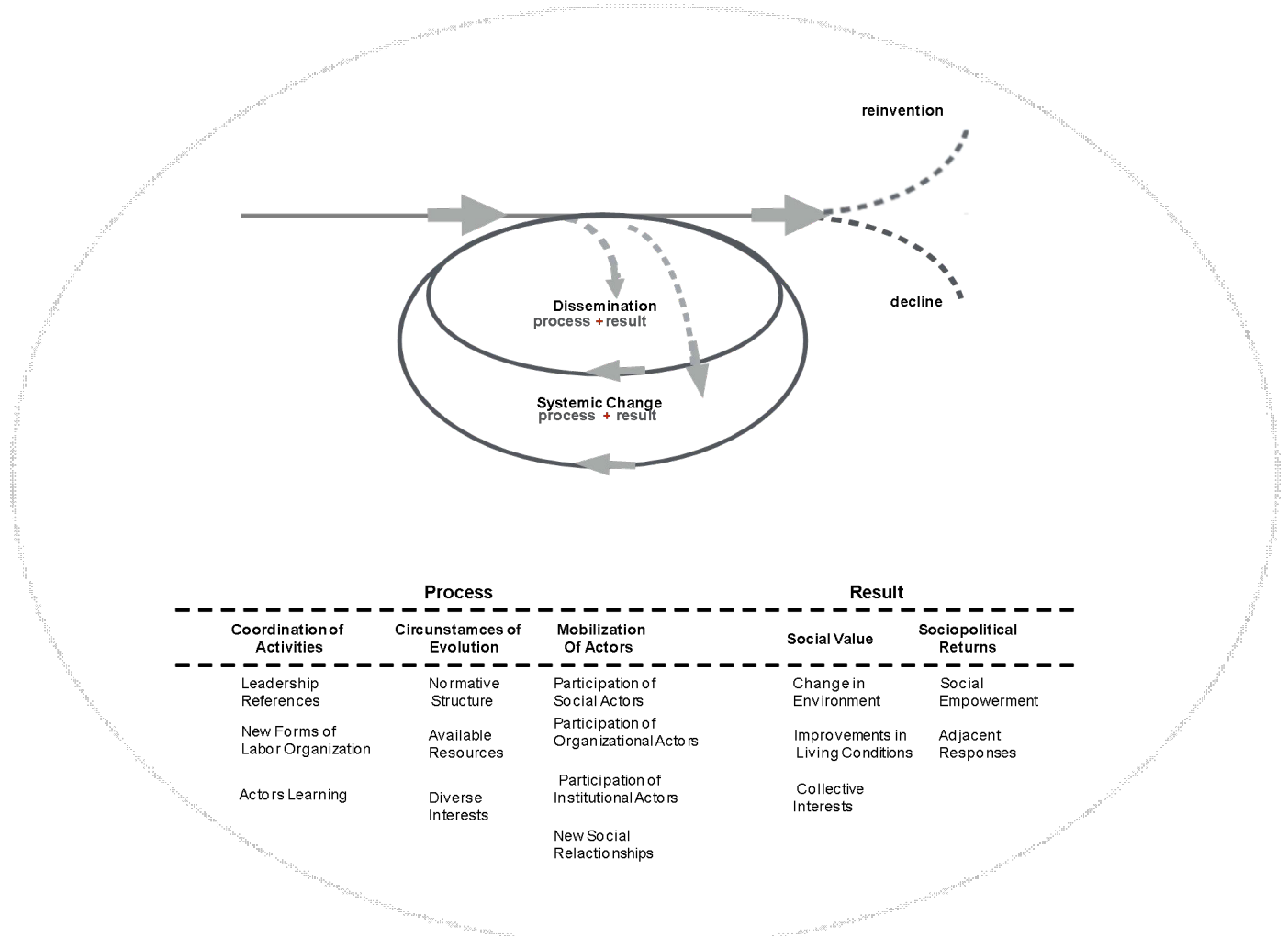
Finally, the validation was consolidated by the analysis of Sociopolitical Returns, which refers to the indirect results obtained for all actors. The first indicator, which is about Social Empowerment, shows a result that comes from the social strengthening generated by

new practices.

In both cases, Adjacent Responses indicator showed relevant findings. In the case of AMU, their gains were extended from the group of children with microcephaly to a larger group of children with disabilities in general. One can assume that as the initiative continues to grow, new projects of innovation related to public health may emerge. In the case of P1MC, in addition to many indirect gains, new SI initiatives are being developed in region.

After this discussion, a general view of final indicators proposition for analysis is presented in Figure 2.

Figure 2: Theoretical Model of Social Innovation Initiatives Expansion – Indicators View.



Source: Self elaboration.

Concerned to the path, the main points of the stages “Dissemination” and “Systemic Change” are: the participation of organizational actors, who act as protagonists in both stages and play several roles during this process (André & Abreu, 2006); the capacity of the initiatives to reinvent themselves (Van De Ven, Angle & Poole, 2000; André & Abreu, 2006), assuming other scopes; and the empowerment of society (Cajaiba-Santana, 2014), which enables actions of change and social transformation, as it develops new technical and relational abilities in the beneficiary actors, reinforcing their self-esteem and increasing their interaction

and collaboration networks. Table 1 shows the main characteristics of each stage.

Table 1: Theoretical Model of Social Innovation Initiatives Expansion – Analytical View

Dimension	Category	“Dissemination” Stage	“Systemic Change” Stage
PROCESS	Activities	Coordination of activities by organizational actors, who learn new strategies for maintenance and dissemination of the initiative with social actors	Coordination of activities, determined by law, by organizational actors, who interact by learning with social actors and teaching new practices to institutional actors
	Mobilization of Circumstances of Evolution	Prominent performances by organizational actors in planning the expansion for the emergence of fixed income; and by social actors, who spread knowledge about the existing normative structure	Prominent performance of the institutional actors in the planning of the expansion and management of fixed revenues, in order to guarantee the execution of the initiative, and by organizational actors, who spread knowledge about the existing normative structure and that are initiative managers with social actors
	Actors	Cooperation between social and organizational actors, in which the latter may assume two roles: beneficiaries and managers	Collaboration among social, organizational and institutional actors, where institutional actors can assume a dual role in the expansion: managers and sponsors
RESULT	Social Value	Practices and responses that bring a more cooperative environment for social and organizational actors, providing new social dynamics for discussing the issue and promoting social change	Practices and responses that bring a more cooperative environment for social, organizational and institutional actors, providing new dynamics in society for discussion the issue and promoting social transformation

Socio-political Gains

Strengthening of the community through new practices and responses; obtaining social responses that allow for the reinvention of the SI, considering aspects such as format, content or territory for the new initiative

Strengthening of the community through new practices and responses; obtaining social responses that allow for the reinvention of the SI, considering aspects such as format, content or territory for the new initiative

Source: Self elaboration.

After these discussions about the stages, it is inferred that Theoretical Model of Social Innovation Initiatives Expansion was designed in a way that it can be used in different contexts, representing an analysis perspective that may be used as reference for evaluating and analyzing other SI initiatives.

5. Conclusions

Social innovation initiatives arise from different social, economic, existential and political contexts, and one might add that environmental aspects also catalyze the emergence of this particular type of innovation. However, spaces marked by social exclusion which are deficient in providing employment, housing and citizenship, become suitable for the emergence of these initiatives. Their objective, in this context, is related to the promotion of positive responses to the predominant scenario.

It should be noted that SI initiatives are local, but extensible, maximizing their global impact when they reach different realities that present the same demands. Therefore, the expansion empowers the actors involved in the process and provokes changes in the relational axis of the territorial contexts between society, market and state.

It stands out the importance of expanding SI initiatives to development countries such as Brazil, which should be directly proportional to the need to solve problems related to the fundamental rights of citizens. As it was applied the model in practical case studies, it was also possible to conclude that SI initiatives have a high potential for expansion due to their networking and can be accelerated through partnerships with organizational and institutional actors. It is also worth noting that the results of these expanding initiatives can be transformed into public policies when they present measurable responses and converge with the interests of institutional actors, strengthening their concept and favoring their expansion.

In Process dimension, the categories covered a set of indicators that interact in order to confirm actors protagonist participation in the stages of expansion of SI initiatives.

When looking into the history of the studied SI initiatives, it is possible to notice that they both were first developed in a bottom-up approach and followed a path similar to that described for the journey of innovation in organizations: the trajectory of these innovations starts randomly and continues to point to ordered behavior patterns, since they tend to spread through the mobilization of social actors.

However, the process also suffers from the external environmental forces present where the SI initiative is expanding. They can be considered indirect influence factors on the expansion path, since there is no control over these exogenous events, such as crises, ruptures and discontinuities. There is no definition of how the expansion trajectory will be, suggesting that leadership references cannot control the success of expansion. They can only improve their chances by developing and practicing skills to overcome the obstacles along the path.

Actors intervene in the process assuming roles that may overlap, either as beneficiaries or as benefactors. They can be influenced by the circumstances along the trajectory and by the elements that make up the management of a SI initiative (André & Abreu, 2006), and can act in order to delimit resources and restructure ideas and strategies (Van de Ven, 2017).

Result dimension presents responses of qualitative (institutionalization of practices) (BEPA, 2010) and quantitative (direct and indirect impacts of resources resulting from SI initiatives that reach the territories) (Ouden, 2012; Choi & Majumdar, 2015) nature. These responses may be obtained in different contexts with the same demands, but it should be noticed that the results depend on local specificities, an intrinsic feature of social innovation

actions.

The analysis approach considering both dimensions was therefore confirmed in the final version of Theoretical Model of Social Innovation Initiatives Expansion, which presents a feedback system: from the process, social responses arise, interacting with the territory and the actors; depending on these social responses, SI initiatives may or may not expand. In the case of expansion, these social responses directly influence the behavior of actions related to the process and so forth.

6. References

- André, I.; Abreu A. (2006). Dimensões e espaços da inovação social. *Finisterra*, 41(81), 121-141.
- Assogba, Y. (2010). Théorie systémique de l'action sociale et innovation sociale. Alliance De Recherche Université- Communauté/Innovation Sociale et Développement des Communautés (AURCISDC), Université du Québec en Outaouais (UQO), Série: Recherches, no 31, March.
- Bouchard, M. (2004). De l'expérimentation à l'institutionnalisation positive, l'innovation sociale dans le logement communautaire au Québec. Cahiers du CRISES – Collection Études théoriques, n. ET0511, Montreal: UQAM.
- Bureau Of European Policy Advisers. (2010). *Empowering people, driving change*. Social Innovation in the European Union. European Communities. Luxembourg.
- Cajaiba-Santana, G. (2014). Social innovation: moving the field forward: a conceptual framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 82, 42-51.
- Castillo, L.; Diehl, J. C. ; Brezet, J. C. (2012). Design Considerations for Base of the Pyramid (BoP) Projects.. In *Northern World Mandate, Cumulus Conference*, 2012, Helsinki. Proceedings... Helsinki: Northern World Mandate Cumulus Conference.
- Choi, N.; Majumdar, S. (2015). Social Innovation: Towards a Conceptualization. In Majumdar, S., Guha, S., Marakkath, N. (Ed.). *Technology and Innovation for Social Change*. New Delhi: Springer India, pp. 7-34.
- Cloutier, J. (2003). Qu'est-ce que l'innovation sociale? Montreal: Centre de Recherche sur les innovations sociales.
- Codini, A.P. (2015). Business networks along innovation life cycle. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 30 (3/4), 329–341.
- Correia, S. E. N.; Oliveira, V. M.; Gómez, C. R. P. (2016). Dimensions of social innovation and the roles of organizational actor: the proposition of a framework. *RAM - Revista Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)*, 17 (6), Special Edition, 102-133.
- Correia, S. E. N.; Oliveira, V. M.; Gómez, C. R. P. (2019) The Role of the Organizational Actor in the Process of Social Transformation in Territories. In Oliveira, L.; Melro, A. L. R. (Ed.) *Open and Social Learning in Impact Communities and Smart Territories* (pp. 1-27). Hershey, United State: IGI Global.
- 1.1 Freire, K. M.; Del Gaudio, C.; Franzato, C. (2017). Design-driven strategies for creative social innovation ecosystems. *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, 6 (16), 46-69.
- Harrison, D. (2006). Social Innovations and institutionalization. Emerging practice. *Horizons*, 8 (2), 54-57.
- Harrison, D.; Chaari, N.; Comeau-Vallée, M. (2012). Intersectoral Alliance and Social Innovation: When Corporations Meet Civil Society. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 83 (1), 1–24.
- Howaldt, J. ; Domanski, D.; Kaletka, C. (2016). Social innovation: towards a new innovation paradigm. *RAM - Revista Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)*, 17 (6), Special Edition, 20-44.
- Hubert, A. (2010). Empowering people, driving change: social innovation in the European Union. Bureau of European Policy Advisers.
- Layder, D. (1998). *Sociological Practice: Linking Theory and Social Research*, Sage, London.
- Lévesque, B. (2002). Les entreprises d'économie sociale, plus porteuses d'innovations sociales que les autres? In *Colloque du Cqrs au Congrès de L'acfas*, 2001, Montreal, Cahiers du CRISES, 02(05).
- Murray, R.; Caulier-Grice, J.; Mulgan, G. (2010). *The Open Book of Social Innovation*. London: NESTA/The Young Foundation.

- Ouden, E. D. (2012). *Innovation Design: Creating value for people, organizations and society*. New York: Springer.
- Rollin, J.; Vicent, V. (2007). *Acteurs et processus d'innovation sociale au Québec*. Québec: Université du Québec.
- Tardif, C.; Harrisson, D. (2005). Complémentarité, convergence et transversalité: La conceptualisation de l'innovation sociale au CRISES. In: CRISES. Centre de Recherche Sur Les Innovations Sociales. Cahiers du CRISES. Québec.
- Tolbert, P. S.; Zucker, L. G. (1996). The institutionalization of institutional theory. In Clegg, C. H.; Nord, W. (Eds.). *Handbook of Organization Studies* (pp.175-190). London: SAGE.
- Tracey, P.; Stott, N. (2017). Social innovation: a window on alternative ways of organizing and innovating. *Innovation*, 19 (1), 51-60.
- Van De Ven, A. H. (2017). The innovation journey: you can't control it, but you can learn to maneuver it. *Innovation*, 19 (1), 39-42.
- Van De Ven, A. H. et al. (2008). *The Innovation Journey*. Oxford University Press:

Innovation and emergent themes in finances: a bibliometric study on fintechs

Itamir Caciatori Junior

Universidade Federal do Paraná, UFPR – PPGADM, Paraná – Brazil

itamircj@gmail.com

Luís Filipe Serpe

Universidade Federal do Paraná, UFPR – PPGADM, Paraná – Brazil

luisfserpe@gmail.com

Ana Paula Mussi Szabo Cherobim

Universidade Federal do Paraná, UFPR – PPGADM, Paraná – Brazil

cherobimanapaula@gmail.com

Abstract

The present article seeks to scientifically study the FinTechs and the Theories of Administration associated with the topic. To this end, a bibliometric study is developed based on the research conducted in 1,749 publications. FinTechs are examined using three approaches: type of editions (gray literature or peer-reviewed); concentration by type of journal and; focus on the treatment of the subject. In the first approach, 45% of academic publications are identified in relation to gray literature; the second approach points to the fact that there is no concentration of publications in the same edition; the third approach demonstrates the concentration of works to categorize the theme and the relationship with Disruptive Innovation theory, Management Theories, and regulatory/legislative aspects. The conclusions identified the emergence of new research strands, precedence of studies of "gray" literature to explain the phenomenon, distribution of studies in different fields of knowledge and lack of consensus in theories of Administration to explain the subject.

Keywords:

FinTechs; Financial Technologies; Innovation; Bibliometrics; Gray Literature.

1. Introduction

FinTechs are examples of technological innovations competing with the traditional system of services, in this case, the provision of financial services. The different software and applications developed require study, not only about the use of new technologies to offer traditional services, but also about the competition and complementarity of these with the agents of the traditional financial system.

The article aims to scientifically study the FinTech topic and the theories of Administration currently associated with it. The works on current issues related to the topic present additional difficulties for the researcher. Because these works involve new technologies, the academic literature is still incipient and not widely disseminated in peer-reviewed editions, and is competing with non-academic literature, called "gray" literature.

FinTechs, financial technology companies, fall into this category. According to the bibliometric study of Wu (2017), the research carried out concerning the topic began in 2014

which means that it is still in its exploratory stage.

The present article develops a bibliometric study on the FinTechs topic, an emerging concept. Therefore, we explored not only the traditional databases, but also the works of the "gray" literature. Examples are surveys of consultancies, and editions of government agencies, not subject to peer review.

The justification for this article is the need to deepen the study of FinTechs, to identify how the theories of Administration try to explain the phenomenon. Among 1,749 publications identified in six databases (Emerald, ProQuest, Science Direct, Scopus, Web of Science and Google Scholar), we highlight three review papers (Cai, 2018; Martínez-Climent, Zorio-Grima & Ribeiro-Soriano, 2018; Wu, 2017). These papers do not answer the question which management theories are most widely used to clarify the nature of this type of companies. This gap allows us to consider the subject as lacking in surveys and understanding by established theories.

The article begins by presenting a review of the FinTechs literature. Next, we describe the methodology and explain in detail the steps used in the bibliometric research. The fourth chapter is divided into three parts related to the topics introduced and discusses the different approaches selected for the treatment of the subject. The last section contains the final considerations and the suggestions for future research related to the subject.

2. Literature Review

The study of the publications related to the FinTechs demands the conceptualization of innovation, Theory of Disruptive Innovations and FinTechs.

2.1. Innovation

Because it is a broad field of research (Damanpour, 1991), innovation must be studied from different perspectives and in an interdisciplinary way (J Fagerberg, Mowery, & Nelson, 2004). This is also because there is an overlap between the various definitions of innovation, a situation in which there is no authorial definition of the theme (Baregheh, Rowley, & Sambrook, 2009). The difficulty in defining the concept was also addressed by Rowley, Baregheh, and Sambrook (2011).

A classic example of a definition of the concept is proposed by Schumpeter (1983). He defines it as introducing new products, introducing new production methods, opening new markets, developing new sources of raw materials/inputs and creating new market structures in the industry. The author also distinguishes innovation from invention. Innovation involves a commercial and practical application, whereas inventions become economically irrelevant.

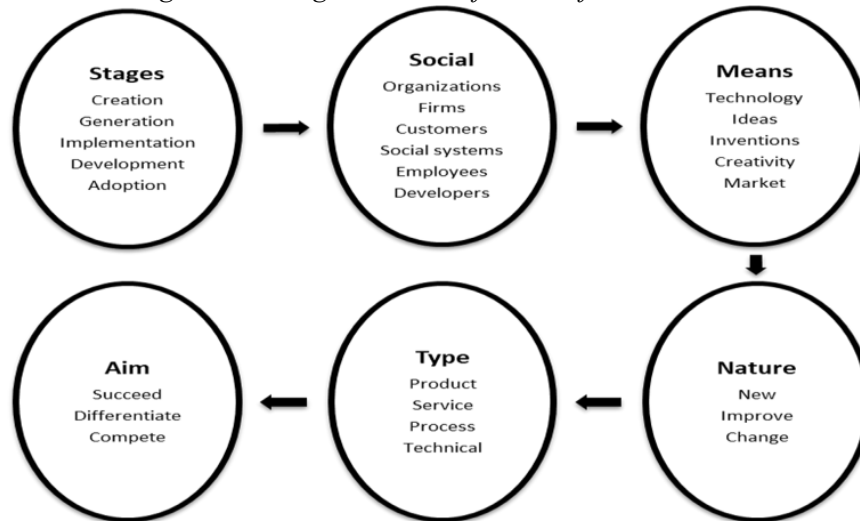
The works of Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], (2005) and Francis and Bessant (2005) are cited as examples of this definition. Dosi (1988) defines technological innovation as the solution of problems using information withdrawn from previous experiences and formal knowledge.

A more uniform and institutional definition is provided by the OECD (2005): the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or a process, or a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organization, or external relations.

To try to capture the essence of the concept and make a comprehensive and

interdisciplinary definition, Baregheh et al. (2009) carried out a literature review and content analysis of 60 definitions offered in seven fields of study. The definition uses multiple stages to transform ideas into products, services or processes to compete and differentiate successfully in the market, according to Figure 1:

Figure 1. A diagrammatic definition of innovation



Source: (Baregheh et al., 2009).

Another definition is proposed by Damanpour (1996), who defines innovation as the means of changing an organization as a response to changes in the external environment or as a preventive action to influence the environment.

The literature also differentiates innovations as radicals, defined as unique and significant, or incremental, when they consist of a series of small changes that can also constitute a significant change (Damanpour, 1996; Jan Fagerberg & Mowery, 2004; Rowley et al., 2011). Radical innovations are also called disruptive innovations when they transform the process so as not to allow the continuity of the previous product or process.

2.2. FinTechs

The concept “FinTechs” is derived from the term Financial Technologies and is used to describe the variety of innovative business models and emerging technologies with the potential to transform the financial services industry (International Organization of Securities Commissions [IOSCO], 2017).

FinTechs and Financial Innovation: The Financial Stability Board (FSB) defines FinTechs as financial innovations derived from the technology that may result in new business models, applications, processes or products, with material effects on financial markets and established institutions (FSB, 2017).

Puschmann (2017) defines FinTechs as an umbrella term, which encompasses innovative financial solutions made possible by IT. Also, the concept is used by startups companies that provide these solutions, although they also include traditional providers of financial services such as banks and insurance companies.

Schueffel (2016) seeks a common understanding of the theme by researchers and users of the concept. He defined FinTech as a new financial industry that applies technology to improve financial activities.

The Central Bank of Brazil (BACEN) presents the concept as a correction of imbalances. For the institution, FinTech means identifying obsolescence and omissions in the financial market and developing innovative solutions in response (offer) (BACEN, 2018).

IOSCO (2017) divides the FinTechs into several categories such as payments, insurance, planning, loans, blockchain, investments, data analysis and security. Alt, Beck, and Smits (2018) presents the three levels of transformation to demonstrate the main differences between these two categories of organization in terms of External Organization, Organization of Work Networks and Internal Organization, as presented in Table 1:

Table 1. Comparative of Fintechs in three transformation levels

Transformation level	IT user banks (until 2008)	FinTech (after 2008)
External Organization		
- Regulation	Little need for equity capital,	More severe rules, less
- Business model innovation	Businesses in agencies and off-line	<i>online</i> and <i>mobile services</i>
- Infrastructure governance	Institution centralized as a focal firm	Task distribution
- Payment Style	Most of the clients use cash	Cash payment reduction
Networks organization		
- Networking	A little number of networks	Many specialized partners
- Costs: Margins and Structure	High margins in the main business	Reduced margins, more
- Competitors	other providers of traditional financial	<i>startups</i> , side incoming
- Culture	Hierarchy	Cooperative, agile
- Customer retention	High customer fidelity	Low changing costs
Internal organization		
- Business focus	Oriented to processes	Centered on the customer
- Interaction with customers	initially <i>off-line</i>	initially <i>online</i> , <i>multiple</i>
- Essential competences	Distribution, products, transactions	<i>Online distribution</i> ,
- Vertical integration	high integration	Low integration
- Services portfolio	banks as providers of general services	Small diversified providers
- Automation	Processes require manual steps	Completely automatized
- IT Architecture	Monolithic systems, internal	Modular systems, <i>APIs</i>

Source: (Alt et al., 2018).

Categorization of FinTechs: Besides the need to conceptualize the theme, different authors categorize and describe the subject and its subdivisions into different fields of research. The categorization is made about types of services offered, types of innovation, target audience and specific taxonomies.

Puschmann (2017) demonstrates the five phases of the evolution of the term based on three focal categories each (strategy, organization, and systems). He also proposes a framework with three dimensions that cover the type of innovation (disruptive or incremental), the scope of innovation (intra or inter-organizational) and object of innovation (business models, product/service, organization, process or system).

Eickhoff, Muntermann, and Weinrich (2018) have created a taxonomy for the division of business models based on six dimensions (Dominant Technology, Value Proposition, Delivery Channel, Consumers, Revenue Flow and Offer of Products / Services).

Drasch, Schweizer, and Urbach (2018) proposed another taxonomy divided into six different dimensions: type of cooperation; type of innovation; innovation maturity; location of the value chain; business ecosystem and; innovation holder.

Another taxonomy is developed by Gimpel, Rau, and Röglinger (2017), with 15 dimensions related to the perspectives of interactions, data and monetization. Ashta and Biot-Paquerot (2018), Alt et al. (2018), Zavolokina, Dolata and Schwabe (2017) and Dorfleitner, Hornuf, Schmitt and Weber (2017) performed other useful classifications and segmentations.

State of the Art of the Research on FinTechs: From the research in the Emerald, ProQuest, Science Direct, Scopus, Web of Science and Google Scholar databases, two previous literature review articles were identified (Kim, Choi, & Lee, 2016; Wu, 2017) and a bibliometric survey (Cai, 2018) on the current state of research on the subject.

The bibliometric article of Wu (2017) carries out researches in the ISI - Web of Science database and identifies 80 keywords used in the publications on the concept. He claims that the publications on the topic began in the year 2014 and the main areas covered are Payments (25.65%); Deposits and Loans (25.54%); Insurance (17.29%); Capital Increase (14.35%); Investments (13.67%).

The paper of Cai (2018) contains a bibliographical review of the terms "crowdfunding" and "blockchain", while that of Kim et al. (2016) carries out the application of topic modeling in the study of the theme. The latter presents greater adherence to the studies in the area of Computer Science.

Because it is a matter related to the development, implementation, and execution of information systems, part of the published literature has a closer relationship with the Information Technology (IT) and related areas. An example of this are the articles by Eickhoff et al. (2018) and Gai, Qiu, and Sun (2018).

3. Methodology

The article presents exploratory qualitative-quantitative research. This approach is used because of the initial ignorance of the essential variables to be examined (Creswell, 2010). This lack of knowledge does not stem from a reduced scope of research, but from the fact that it is a new subject, without relation with established theories and still little explored by the academic literature.

The topic is also chosen because of the mixed treatment of the concept. Since it is an emerging concept, this approach can help in the gaining of insights that would not be possible

to be obtained only by one type of method alone, besides being a methodologically highly desirable approach (Bhattacharjee, 2012).

The bibliometric approach, as a type of research, can be considered as the grouping and interpretation of statistics related to books and journals (Pritchard, 1969). In the area of new technologies, this technique is not only used to quantify academic production on specific topics but can also be applied in predicting new technologies. Examples of articles in this line of study are those of (Daim, Rueda, Martin, & Gerdri, 2006; Li, Zhou, Xue, & Huang, 2015; Morris, DeYong, Wu, Salman, & Yemenu, 2002).

A strict quantitative treatment using bibliometrics and the exclusive use of peer-reviewed articles could disregard recent and relevant publications in the area, a justification also used by Schueffel (2016).

The gray literature is classified as those publicly disclosed material not subject to the traditional peer review process, and can be used as a way to broaden the scope of researches, to widen the perspective on the concept with up-to-date materials and to enable further discussions on the research theme/topic (Adams, Smart, & Huff, 2017). This literature encompasses business reports, discussion papers and procedural guides, each of which is a broad source of information (Lawrence, Houghton, Thomas, & Weldon, 2014).

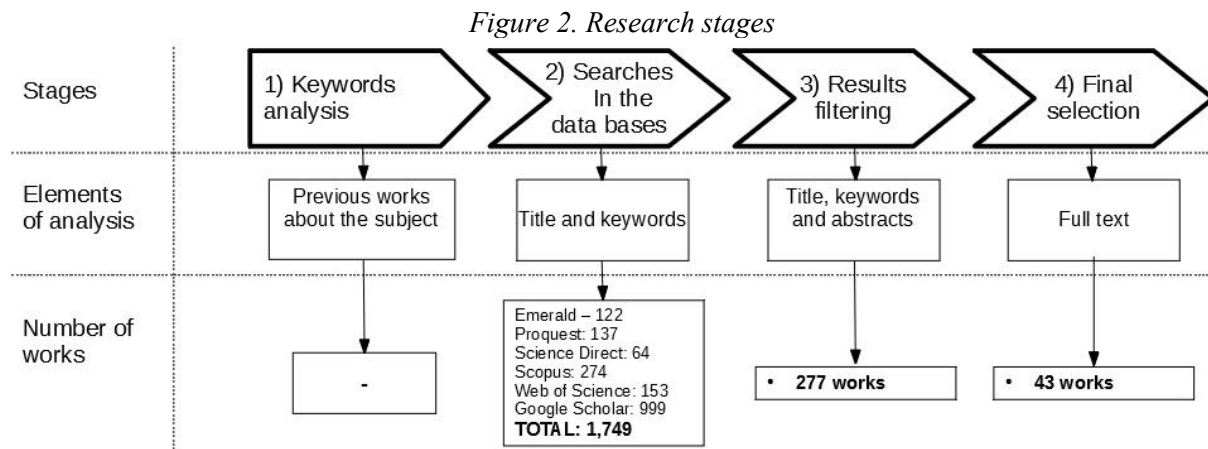
3.1. Stages of Research

The present study begins with the formulation of the research problem, followed by the construction of the hypotheses regarding the problem found, as described by Creswell (2010).

The article focuses on the problem of how to research the phenomenon of FinTechs academically and what are the main theoretical approaches that the publications in the field of theories of Administration use to analyze the subject.

The first hypothesis is about the existence of an initial literature not strictly academic to divulge and analyze the phenomenon. The second concerns the initial production of publications with a preponderance in IT because FinTechs present the technological base as one of its principles. The third and last hypothesis contemplates on the existence of preliminary research and preliminary studies on this type of companies, such as theoretical publications and categorizations of FinTechs.

The bibliographic survey consists of four stages for a final selection of the works to be made, which resulted in 43 publications, described in Figure 2.



Source: The authors (2019).

The preparation and analysis of the bibliographical references are made with the help of the software Publish or Perish (PoP) version 6.35.

4. Development

This chapter presents three analytical approaches (divided into topics), as a result of the analysis made of the 43 publications included in the final selection, based on the bibliometric data identified in the fourth step. These approaches are related to the following: type of publications, the concentration of publications and lines of interest of the works and the treatment of the subject.

4.1. Type of Editions

The keyword search of the bibliographic references resulted in 1,749 records. The analysis presented below is performed after reading the 20 most cited works.

Moreover, the analysis shows that 55% (11) of the publications are not published in peer-reviewed academic journals, with only nine works published in such journals. Of the 11 works included in the gray literature, seven are working papers from public and private institutions, and four are books published by electronic and digital media.

Taking into consideration the emerging technologies associated with the topic, it can be considered, as shown in the publications by Dietz, Moon and Radnai (2016), Dombret (2016), Gomber, Koch and Siering (2017) and Drasch et al. (2018), that the FinTechs studies present the opportunities and concerns of the agents involved regarding the future of the banking industry.

4.2. The concentration of Publications and Lines of Interest of Editions

The second approach divides the 43 publications selected in the fourth step, according to the title and subject of the editions. Of the 39 different editions, and books found, the maximum concentration identified is three publications per edition.

The first edition, Journal of Economics and Business (three articles) focuses on

finance and economics studies. Its focus is on related topics (industrial and financial structure of companies, insurance, and financial markets).

As for the Electronic Markets journal (two articles), it covers several aspects of the digital economy and shows interest in IT-enabled business networks (scanning). Finally, the Financial Innovation journal (two articles) carries out innovative studies on finance. The main topics covered are derivatives, asset pricing, and disruptive models.

The analysis of the objectives, vision, and focus of the remaining 27 works reveals four broad lines of research interests: Business (13); IT (10) and; Legislation (2). It is necessary to clarify the allocation of the two publications in the area of Legislation, which demonstrates the concern of the works with the regulation and elaboration of norms to enable the stable development of the sector. By region, the countries with the highest number of publications were the United States (17), the United Kingdom (8), Germany (5) and the Netherlands (4).

The distribution of the articles in different editions can be explained by the fact that Fintech is an emerging concept not yet academically explored (Puschmann, 2017; Schueffel, 2016; Wu, 2017) or by the lack of a broad definition of the concept (Anagnostopoulos, 2018; Bogusz, 2018; Gimpel et al., 2017; Zavolokina et al., 2017).

4.3. *How the Selected Works Treat the Issue*

As far as the third approach is concerned, after careful reading and analysis of the contents of the publications, different treatments of the subject are identified, with an emphasis on the four categories described in Table 2:

Table 2. How the Fintechs topic is treated in the analyzed publications

Publications focus	Year				Total
	2015	2016	2017	2018	
Categorization of FinTechs	1	3	5	5	14
Disruptive Innovation Theory	-	3	4	5	12
Relation with the Management/Economics	1	2	5	2	10
Regulation/Legislation	1	2	1	2	6
Total	3	10	15	14	42

Source: The authors (2019).

The following four topics are used to analyze the works about the FinTechs categorization, about the Disruptive Innovation Theory, the application of Management Theories to clarify the topic and analyze the subject from a regulatory and legislative perspective.

Categorization of FinTechs: The 14 publications classified as "Categorization of FinTechs" seek to divide into specific categories the activities carried out, the tools used and the environment in which these companies operate. To this end, they compare the services and products offered by them with those provided by established banks.

In these categorizations, the four most cited types of products/services are loans/financing, investments, securities transfers and insurance (Arner, Barberis, & Buckley, 2017; Ernst & Young, 2016; Wu, 2017).

Divisions and classifications other than those discussed above have also been described. These descriptions involve, for example, tools and the environment in which companies operate, such as those presented in the articles by Eickhoff et al. (2018); Gomber et al. (2017).

Theory of Disruptive Innovation: The references relating the FinTechs to the Theory of Disruptive Innovation (and its versions) appeared in 12 out of the 43 publications selected. Examples of publications with this analysis are Bogusz (2018); Chiu (2016); Dorfleitner et al. (2017); Gomber, Kauffman, Parker, and Weber (2018); Zalan & Toufaily (2017).

A concern about the use of Disruptive Innovation Theory in such companies, raised by Anagnostopoulos (2018), is related to the additional data needed to understand the phenomenon in more depth and also to offer regulatory solutions for this category of business.

Relationship with Administration / Economics Theories: Of the 10 articles that reveal the relationship between the FinTechs and the theoretical approaches of Administration and related fields, four stand out: FinTechs and the Theories of Innovation Diffusion (Wonglimpiyarat, 2017), FinTechs and Institutionalism (Larsson, Teigland, Shahryar, Moreno, & Bogusz, 2018), FinTechs and the Two-Sided Markets (Jun & Yeo, 2016) and FinTechs and Banking Microeconomics (FSB, 2017).

Among the 43 publications selected, only 10 (23%), explains the theoretical approaches used. This is because of the emergence of the theme, that is still in the development phase about the concepts and categorization. Moreover, there is a lack of consensus among the supporters of the most appropriate theories and methodologies applied to study the phenomenon.

Regulation and Legislation: Anagnostopoulos (2018); Arner, Barberis, and Buckley (2015); Chiu (2016); Dombret (2016); FSB (2017) and Lagarde (2018) deal with the regulation of FinTechs and show concern for the dynamics inherent to these companies. Three of these studies are published by regulatory bodies or government financial institutions, which can be given as evidence.

The emergence of the concept and the use of the topic into the financial market context raise concerns about the legislation to be adopted. This can be proved by the existence of publications that address the regulatory aspects of FinTechs also in the publications in the area of Law and Regulation.

Because they operate in a segment that is subject to systemic crises and presents fewer barriers to entry than conventional banks, as described by FSB (2017), these types of companies present several types of risks to the financial system, mainly related to IT, which demands agility from the regulators.

5. Conclusions

Academic research on FinTechs, as shown in Table 2 started in 2014 and, like its object of study, can be considered relatively recent. Research in non-peer-reviewed journals (gray literature), present 55% of the 20 most cited publications in the analyzed databases, which is due to the emergence of the topic and the concern not to disregard recent and relevant works in the area, as justified by Schueffel (2016).

The initial emergence of survey research, of a non-academic nature preceding academic studies, is natural. Articles published in scientific journals undergo peer review and are the result of complex research, supported by theories and methodological basis, but are

unable to provide rapid responses to the market on emerging issues.

The 39 editions where the 43 works are published have a multidisciplinary scope, for example, ten publications are in the area of IT / Computer Science, and two are in the area of Law / Regulation.

Thus, the analysis shows that there is no consensus within the theories of the Administration for the treatment of the subject because the existent works are categorizations, conceptual/empirical tests and analyses of possible regulatory solutions for understanding the phenomenon. The analysis of the gray literature is also useful to find new research strands capable of contributing to this understanding.

The selected books, for example, present an in-depth treatment of the concepts associated with the subject and expand the range of the analyzes beyond the restricted views of academic editions. In this way, they are presented as essential manuals for the diffusion, comprehension, and categorization of the concepts associated with FinTechs.

The categorization of the FinTechs, a subject of 14 out of the 43 publications analyzed, seeks to contextualize the phenomenon, compare the activities of these companies with those of the existing banks and classify the main differences between them, which may serve as a basis for further research. The increase in the number of works published for this purpose, from one in 2015 to five in 2018 (Table 2), shows an increasing effort by the authors to provide means for the study of the subject.

As for the use of theories to explain the phenomenon, some applications and concepts to guide the research are verified. The Theory of Disruptive Innovation, cited in 12 out of the 43 publications analyzed, is the most widely used theory in the treatment of the phenomenon, which allows a comparison to be made with the emergence of other industries previously nonexistent or not theoretically conceived.

Other theoretical approaches in the areas of Administration and related fields, such as the Institutional Theory, are used in 10 out of the 43 publications analyzed. This fact reveals the strive for more theoretical definitions of the phenomenon as an opportunity for the researchers.

Starting from the first publications, about the conceptualization of the subject, and reaching the most recent publications, there are new research areas, such as small and medium-sized companies, regulatory aspects, technology acceptance and study of specific sectors (e.g. payments and transfers) of this new industry. This change of perspective can be explained by the evolution of research on the subject. Even at an early stage, the research goes beyond conceptual aspects to experiment with more elaborate forms of inquiry.

In short, FinTechs can be characterized as incremental innovations because they improve and diversify financial services, but can also be characterized as radical innovations in that they eliminate some traditional financial services. The technology used by FinTechs tends to be disruptive because it threatens the traditional structure of financial agents. The most evident categorization is that of FinTechs as providers of services similar to traditional financial agents (e.g. credit, collection, and investments), but using new technologies and differentiated means of interaction with the target audience.

The suggestions for future research, focus on the revisions of works on the categorization and identification of companies such as FinTechs, the establishment of a relationship between the concept and the Theory of Disruptive Innovations and the identification of possible associations of the subject with theories in the field of Administration to reinforce the legitimacy of the concept.

In order to provoke discussions in the field of the emergence of new technologies, it

is possible to approach the works from gray literature editions as antecedents of these new technologies. Besides, an analysis can also be made of how the transition of the knowledge of this type of publications occurs for the peer-reviewed academic editions and how this may reveal evidence for the maturation of the new technologies studied.

Another line of research may deepen the impact of FinTechs on the traditional financial system or otherwise explore how traditional financial agents are incorporating FinTechs into their business models.

6. References

- Adams, R. J., Smart, P., & Huff, A. S. (2017). Shades of Grey: Guidelines for Working with the Grey Literature in Systematic Reviews for Management and Organizational Studies. *International Journal of Management Reviews*, 19(4), 432–454.
- Alt, R., Beck, R., & Smits, M. T. (2018). FinTech and the transformation of the financial industry. *Electronic Markets*, 28(3), 235–243.
- Anagnostopoulos, I. (2018). Fintech and regtech: Impact on regulators and banks. *Journal of Economics and Business*.
- Arner, D. W., Barberis, J., & Buckley, R. P. (2017). FinTech, RegTech, and the Reconceptualization of Financial Regulation. *NORTHWESTERN JOURNAL OF INTERNATIONAL LAW & BUSINESS*.
- Arner, D. W., Barberis, J. N., & Buckley, R. P. (2015). The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm? *University of Hong Kong Faculty of Law Research Paper*, 2015/047.
- Ashta, A., & Biot-Paquerot, G. (2018). FinTech evolution: Strategic value management issues in a fast changing industry. *Strategic Change*, 27(4), 301–311.
- BACEN. (2018). Relatório de Economia Bancária. Brasília: BACEN.
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323–1339.
- Bhattacharjee, A. (2012). *Social Science Research: Principles, Methods, and Practices. Pure and Applied Chemistry* (Vol. Textbooks). University of South Florida.
- Bogusz, C. I. (2018). Digital Traces, Ethics and Insight: Data-Driven Services in Fintech in Teigland, R; Siri, S; Larsson, A; Moreno Puertas, A; and Claire Ingram Bogusz. *The Rise and Development of FinTech: Accounts of Disruption from Sweden and Beyond*.
- Cai, C. W. (2018). Disruption of financial intermediation by FinTech: a review on crowdfunding and blockchain. *Accounting & Finance*, 58(4), 965–992.
- Chiu, I. H. Y. (2016). Fintech and Disruptive Business Models in Financial Products, Intermediation and Markets- Policy Implications for Financial Regulators. *Journal of Technology Law & Policy*, 21(1), 55–112.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto* (3rd ed.). São Paulo: Artmed Editora.
- Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H., & Gerdri, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(8), 981–1012.
- Damanpour, F. (1991). Organizational Innovation: a Meta-Analysis of Effects of Determinants and Moderators. *Academy of Management Journal*, 34(3), 555–590.
- Damanpour, F. (1996). Organizational Complexity and Innovation: Developing and Testing Multiple Contingency Models. *Management Science*, 42(5), 693–716.
- Dietz, M., Moon, J., & Radnai, M. (2016). Fintechs can help incumbents, not just disrupt them. McKinsey Review.
- Retrieved August 24, 2016.
- Dombret, A. R. (2016). Beyond technology—adequate regulation and oversight in the age of fintechs. *Financial Stability Review*, (20).
- Dorfleitner, G., Hornuf, L., Schmitt, M., & Weber, M. (2017). Forecasts for the FinTech Market in Germany.

FinTech in Germany.

- Dosi, G. (1988). Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(3), 1120–1171.
- Drasch, B. J., Schweizer, A., & Urbach, N. (2018). Integrating the „Troublemakers“: A taxonomy for cooperation between banks and fintechs. *Journal of Economics and Business*, 100, 26–42.
- Eickhoff, M., Muntermann, J., & Weinrich, T. (2018). What do FinTechs actually do? A Taxonomy of FinTech Business Models. In *Thirty Eighth International Conference on Information Systems, South Korea 2017* (pp. 1–19).
- Ernst & Young. (2016). *THE RISE OF FINTECH IN CHINA*.
- Fagerberg, J., Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (2004). *The Oxford Handbook of Innovation*. (O. U. Press, Ed.) (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Financial Stability Board [FSB]. (2017). Financial Stability Implications from FinTech: Supervisory and Regulatory Issues that Merit Authorities' Attention. Basel: FSB.
- Francis, D., & Bessant, J. (2005). Targeting innovation and implications for capability development. *Technovation*, 25(3), 171–183.
- Gai, K., Qiu, M., & Sun, X. (2018). A survey on FinTech. *Journal of Network and Computer Applications*, 103(1), 262–273.
- Gimpel, H., Rau, D., & Röglinger, M. (2017). Understanding FinTech start-ups – a taxonomy of consumer-oriented service offerings. *Electronic Markets*, 28(3), 245–264.
- Gomber, P., Kauffman, R. J., Parker, C., & Weber, B. W. (2018). On the Fintech Revolution: Interpreting the Forces of Innovation, Disruption, and Transformation in Financial Services. *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220–265.
- Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2017). Digital Finance and FinTech: current research and future research directions. *Journal of Business Economics*, 87, 537–580.
- International Organization of Securities Commissions (2017). IOSCO Research Report on Financial Technologies (Fintech).
- Jun, J., & Yeo, E. (2016). Entry of FinTech Firms and Competition in the Retail Payments Market. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 45(2), 159–184.
- Kim, T. K., Choi, H. R., & Lee, H. C. (2016). A study on the research trends in fintech using topic modeling. *The Journal of Korea Academy Industrial Cooperation*, 17(11), 670–681.
- Lagarde, C. (2018). Central Banking and Fintech: A Brave New World. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 12(1/2), 4–8.
- Larsson, A., Teigland, R., Shahryar, S., Moreno, A. P., & Bogusz, C. I. (2018). *The Rise and Development of FinTech: Accounts of Disruption from Sweden and Beyond*. Routledge. Routledge.
- Lawrence, A., Houghton, J., Thomas, J., & Weldon, P. (2014). Where Is the Evidence? Realising the value of grey literature for public policy & practice.
- Li, X., Zhou, Y., Xue, L., & Huang, L. (2015). Integrating bibliometrics and roadmapping methods: A case of dye-sensitized solar cell technology-based industry in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 97, 205–222.
- Martínez-Climent, C., Zorio-Grima, A., & Ribeiro-Soriano, D. (2018). Financial return crowdfunding: literature review and bibliometric analysis. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 14(3), 527–553.
- Morris, S., DeYong, C., Wu, Z., Salman, S., & Yemenu, D. (2002). DIVA: A visualization system for exploring document databases for technology forecasting. *Computers and Industrial Engineering*, 43(4), 841–862.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2005). Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Oslo: OECD.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349.
- Puschmann, T. (2017). Fintech. *Business and Information Systems Engineering*, 59(1), 69–76.
- Rowley, J., Baregheh, A., & Sambrook, S. (2011). Towards an innovation-type mapping tool. *Management Decision*, 49(1), 73–86.
- Schueffel, P. (2016). Taming the beast: a scientific definition of fintech. *Journal of Innovation Management*, 4(4), 32–54.
- Schumpeter, J. A. (1983). *The Theory of Economic Development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. (T. Publishers, Ed.). New Jersey: Transaction Publishers.
- Wonglimpiyarat, J. (2017). FinTech banking industry: a systemic approach. *Foresight*, 19(6), 590–603.

- Wu, P. (2017). Fintech Trends Relationships Research: A Bibliometric Citation Meta-Analysis. In *Proceedings of The 17th International Conference on Electronic Business* (pp. 99–105).
- Zalan, T., & Toufaily, E. (2017). The Promise of FinTech in Emerging Markets: Not as Disruptive. *Contemporary Economics*, *11*(4), 415–430.
- Zavolokina, L., Dolata, M., & Schwabe, G. (2017). FinTech Transformation: How IT-Enabled Innovations Shape the Financial Sector. *Lecture Notes in Business Information Processing*.

7. Acknowledgments

This work was carried out with the support of the Coordination of Superior Level Staff Improvement- Brazil (CAPES) - Financing Code 001.

Lean R&D: proposta de um modelo de gestão de P&D baseado em frameworks de startups

Lorena Fernandes Leal
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da USP, Brasil
lorennafleal@usp.br

Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro
Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, Brasil
arturvb@usp.br

Guilherme Soares Gurgel Do Amaral
ISA CTEEP, Estratégia e Inovação, Brasil
gamaral@isactEEP.com.br

Ricardo Kahn
ISA CTEEP, Estratégia e Inovação, Brasil
ricardok@isactEEP.com.br

Bruno Guilherme Pacci Evaristo
Lunica Consultoria, Consultoria, Brasil
brunopacci@lunica.com.br

Victor Romão
Lunica Consultoria, Consultoria, Brasil
victorromao@lunica.com.br

Ricardo Altmann
Lunica Consultoria, Consultoria, Brasil
ricardo@lunica.com.br

Mario Sergio Salerno
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da USP, Brasil
msalerno@usp.br

Guilherme Ary Plonski
Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, Brasil
plonski.usp@gmail.com

Eduardo Zancul
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da USP, Brasil
ezancul@usp.br

Resumo

Em função de mudanças competitivas no setor elétrico, como digitalização, descarbonização e descentralização, bem como o crescente direcionamento para desenvolvimento de projetos de inovação orientados à aplicação, empresas atuantes no setor elétrico brasileiro buscam repensar suas abordagens de inovação. O presente trabalho apresenta um estudo de caso de uma empresa transmissora de energia no Brasil propondo novos processos para seu P&D com base em abordagens tipicamente utilizadas por *startups*, como *Design Thinking*, *Lean Startup* e

Agile. O trabalho envolveu a análise de uma aplicação preliminar do modelo realizada pela empresa, bem como a proposição de um modelo formal à luz da teoria. Os dados foram coletados por meio de entrevistas em profundidade, análise de documentos relacionados ao projeto, além de observação não-participante em eventos e reuniões. Como resultado, tem-se a proposição de um modelo formal voltado ao contexto de gestão de projetos de P&D, além da identificação de ganhos concretos no projeto que evidenciam o aspecto positivo do uso da nova abordagem. No caso em questão, observou-se aumento da celeridade de entregas e desdobramentos na identificação de outras oportunidades ao longo do desenvolvimento do projeto, bem como da absorção de resultados intermediários. O presente trabalho contribui com a teoria ao trazer um caso de aplicação preliminar da nova abordagem, além de contribuir com a prática trazendo um modelo de gestão de projetos em P&D para o setor elétrico que pode ser adaptado para outros contextos.

Palavras-chave

P&D, Lean R&D, Design Thinking, Agile, Lean Startup

1. Introdução

As práticas de inovação no setor elétrico brasileiro encontram-se em um processo de intensa transformação. Tradicionalmente, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nesse setor enfrenta uma série de desafios decorrentes de suas características, tais como processos pouco estruturados, dificuldade de alinhamento estratégico, mentalidade incremental e de curto prazo, falta de gestores de projeto bem treinados e projetos excessivamente teóricos (Carvalho, Santos, & Barros Neto, 2013). O setor também encontra mudanças em seu cenário competitivo com a emergência de novas tendências tecnológicas. Essas novas tecnologias se resumem no conceito de 3Ds: descentralização, descarbonização e digitalização - três novos horizontes que podem reinventar a maneira de gerar, armazenar e distribuir energia elétrica para a população (Di Silvestre, Favuzza, Sanseverino, & Zizzo, 2018).

Complementarmente, o setor, que tem suas práticas de inovação atreladas à presença de um agente regulador forte, tem sido orientado a projetos aplicados, com tecnologias sendo absorvidas na melhoria de serviços (Carvalho et al., 2013; Pereira & Canciglieri Júnior, 2013). Visando excelência operacional, atenção às mudanças do cenário competitivo e responder às orientações do regulador, empresas do setor elétrico brasileiro passaram a repensar seus processos de P&D, desenvolvendo projetos com *startups* e buscando novas maneiras de permitir que pesquisas sejam transformadas em tecnologia, sendo efetivamente absorvidas pelo setor (Lage, 2018).

Diante de tais transformações, a área de inovação de uma das maiores transmissoras de energia do Brasil buscou tornar suas atividades de P&D mais efetivas propondo um novo modelo de desenvolvimento. Tal modelo se fundamenta na premissa de que as práticas de P&D podem se beneficiar de novas abordagens e *frameworks* utilizados por *startups*, como *Design Thinking*, *Lean Startup* e *Agile* (Frederiksem & Brem, 2017). Uma implementação preliminar do modelo foi realizada e trouxe resultados iniciais apontados como positivos, como aumento de celeridade nos processos, tecnologias sendo absorvidas e melhores decisões que geraram redução de custos.

O presente artigo apresenta o processo de desenvolvimento do modelo por meio de um estudo de caso. A pergunta de pesquisa deste trabalho é: “como novas práticas e *frameworks*

empregados por *startups* podem beneficiar os resultados na gestão de projetos de P&D?”. Da pergunta, se desdobram os objetivos deste artigo: (i) analisar a aplicação preliminar de um modelo inspirado em *frameworks* utilizados por *startups* em um caso prático; (ii) sistematizar, à luz da teoria e do caso de estudo, um modelo formal.

As próximas seções se dividem na respectiva estrutura: metodologia do trabalho; referencial teórico, com ênfase na produção gerada em torno das novas práticas utilizadas por *startups* para desenvolvimento de produtos - *Design Thinking*, *Lean Startup* e *Agile*; a introdução ao caso de estudo e a proposta de sistematização de cada etapa do modelo, apresentando acontecimentos do caso de estudo que inspiraram a proposta; resultados e suas implicações na teoria e na prática, contribuições, limitações e horizontes para trabalhos futuros.

2. Metodologia

O presente artigo utiliza o método de estudo de caso (Eisenhardt, 1989) para responder à pergunta - “como novas práticas e *frameworks* empregados por *startups* podem beneficiar os resultados na gestão de projetos de P&D?”. O caso trata-se da implementação preliminar de uma nova abordagem de P&D no setor elétrico brasileiro, sendo complementado pela proposição de um modelo formal à luz da revisão de literatura e dos aprendizados da coleta de dados. O projeto foi realizado por uma empresa transmissora de energia elétrica responsável por um quarto da energia transmitida no país.

Para a triangulação, foram utilizadas como fontes de dados 9 entrevistas em profundidade, observação não-participante e análise documental. As entrevistas duraram, em média, 120 minutos e foram realizadas com 9 envolvidos no projeto, abrangendo os três parceiros envolvidos (a empresa de energia e os dois contratados) e diferentes departamentos da empresa. A observação não participante ocorreu com a presença de pesquisadores em atividades do projeto: um evento de divulgação do projeto e duas reuniões de acompanhamento de resultados. Por fim, materiais foram concedidos pela empresa, bem como apresentados em dois workshops do projeto.

3. Referencial Teórico

Segundo Rozenfeld et al. (2006), o desenvolvimento de produto, em sua origem, se baseia no desenvolvimento sequencial, possuindo uma sequência lógica de atividades realizadas por diferentes áreas funcionais da empresa, o que ficou conhecido como Engenharia Tradicional. Devido às dificuldades dessa abordagem e ao dinamismo econômico, em torno de 1980 começa a surgir a proposta de Engenharia Simultânea, na qual as atividades são realizadas concomitantemente, apresentando paralelismo. Com isso, se torna possível reduzir o tempo e custo de desenvolvimento, além de melhorar a integração entre áreas funcionais e a qualidade dos resultados.

Em torno dos anos 1990, surgem as primeiras propostas do desenvolvimento de produto como um processo de negócio alinhado à estratégia da empresa, como o Funil de Desenvolvimento de Clark e Wheelwright (1993) e o modelo de Stage-Gate de Cooper (1990). Ambos modelos buscam reduzir o risco e a incerteza por meio do detalhamento gradual do projeto e comprometimento de recursos, que vai aumentando conforme as ideias sobrevivem e se aprimoram a cada estágio do processo (Rozenfeld et al., 2006).

Conforme apontam Frederiksen e Brem (2017), novos métodos e *frameworks* se

popularizaram nos últimos anos quanto à oferta de suporte a empreendedores na criação de empresas e desenvolvimento de produtos, tais como Customer Development, Lean Startup, Design Thinking, Business Model Canvas, Value Proposition Design e Agile Development. Dentre esses, Cooper e Sommer (2018) destacam o uso de três em seu modelo híbrido *Agile-Stage-Gate* para gestão de desenvolvimento de produtos: *Design Thinking*, *Lean Startup* e *Agile Development*, que são explorados na presente seção.

3.1. *Design Thinking*

A abordagem para solução de problemas conhecida como *Design Thinking* se popularizou a partir do artigo de Brown (2008) na *Harvard Business Review*. Segundo Fleury, Stabile e Carvalho (2016, p.1710) em sua revisão de literatura, esta pode ser definida como: “uma abordagem centrada no usuário para a solução de problemas complexos que começa com o entendimento das diferentes perspectivas do usuário (...)”.

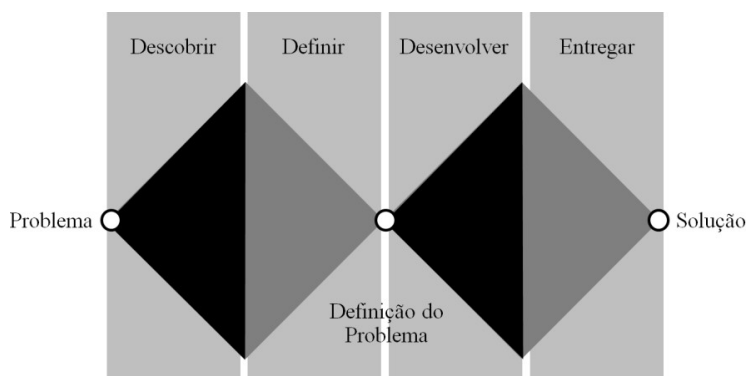
O *Design Thinking* tem como base princípios como: Colaboração - a complexidade dos problemas demanda diferentes bases de conhecimento e experiências; Empatia - capacidade de se colocar no lugar do usuário; e Experimentação - explorar as limitações e restrições do problema e sua solução por meio de protótipos e testes com o usuário (Brown, 2008; Brown, 2009; Tschimmel, 2012). A abordagem não se propõe a ser um processo linear com etapas bem definidas, mas um processo iterativo, como um “*sistema de sobreposição de espaços*” (Brown & Wyatt, 2010, p.33).

Muitas interpretações do *Design Thinking* emergiram a partir desses princípios, resultando em diferentes modelos (Dorst, 2011). Segundo Brown (2008), o *Design Thinking* apresenta três grandes fases: (i) Inspiração - que se utiliza de ferramentas como entrevistas, observação e uso de recursos visuais (imagens, gravações de vídeo etc.) com o objetivo de se colocar no lugar do cliente, além de *desk research*, com o objetivo de levantar as práticas atuais, tecnologias e mudanças no mercado. O objetivo dessa primeira fase é conhecer o problema e suas limitações e, principalmente, o beneficiário final - o usuário; (ii) Ideação - após entendimento do problema e do usuário, segue-se para a geração do máximo possível de ideias para solução do problema; (iii) Implementação - as melhores ideias anteriormente geradas são testadas com os usuários por meio de protótipos (Brown, 2008; Brown, 2009; Tschimmel, 2012; Brown & Wyatt, 2010). Essas três fases se sobrepõem e é aceitável voltar à fase anterior, como, por exemplo, para entrevistar mais usuários, ou porque a construção de um protótipo gerou uma nova ideia ou um novo ponto de vista para o problema. Fleury et al. (2016) encontraram resultados semelhantes, em sua revisão da literatura, sendo as três fases nomeadas como Imersão, Ideação e Prototipação.

De acordo com Tschimmel (2012), outro modelo que tem se popularizado é o do *Design Council*, conhecido como Duplo Diamante, ou 4D - *Discover, Define, Develop, Deliver* (Descobrir, Definir, Desenvolver e Entregar). Apesar da similaridade com as três fases anteriormente descritas, esse modelo se diferencia por demonstrar visualmente os momentos de divergência e convergência, que ocorrem em dois “diamantes” (Figura 1): (i) no primeiro diamante existe um momento inicial de divergência, no qual se tenta expandir o entendimento sobre o problema, e um de convergência, em que o problema é definido; (ii) no segundo diamante, existe um momento em que são geradas e testadas tantas ideias quanto possível e, através da coleta de *feedback* com o usuário, em um segundo momento as ideias são reduzidas até se chegar a uma solução final para o problema (Tschimmel, 2012). Essa abordagem para

solução de problemas baseada em convergência e divergência foi estudada também no trabalho de Kunifuji e Kato (2007).

Figura 1: Modelo de Duplo Diamante



Fonte: Adaptado de Tschimmel (2012)

3.2. *Lean Startup*

A abordagem *Lean Startup* surge em um contexto de busca por modelos que ajudassem empreendedores a minimizar seus riscos em cenários de extrema incerteza antes da construção de planos rígidos, tendo sua origem em análises feitas sobre o *crash* da "bolha.com" (Blank, 2018).

O modelo de Blank (2003), *Customer Development*, se divide em quatro passos: (i) exploração e entendimento do cliente; (ii) validação da solução com o cliente; (iii) expansão de vendas; (iv) construção de estruturas robustas. Os dois primeiros passos atentam-se à descoberta de problemas e de mercados possíveis, sendo intensivas em iterações e, quando necessários, recomeços. Em contraste, os dois últimos passos se concentram em otimização da execução operacional após incertezas minimizadas nos passos iniciais. Esses dois blocos são tratados por Blank (2003) como "busca" e "execução" por sua natureza distinta, a primeira exploratória, a segunda processual - como detalham Yang, Sun e Zhao (2019).

Baseado no modelo de Blank, Eric Ries, um de seus alunos, propôs a utilização de métodos ágeis para a criação de um processo sistematizado de validação de *startups* (Blank, 2010). Seu modelo se orienta à construção constante de versões preliminares da solução de modo a minimizar desperdícios com versões mais robustas, orientando-se a um processo enxuto de aprendizado com melhorias indicadas por *feedbacks* concretos de usuários reais (Ries, 2011). Essas versões mínimas, chamadas de MVP (*Minimum Viable Product*, ou produto mínimo viável), são desenvolvidas em um ciclo de construção, medição e aprendizado, que se orienta em torno de hipóteses de valor do produto em busca do "*product-market fit*" – situação de convergência entre o produto melhorado e as demandas específicas do mercado. A premissa central da abordagem é a validação de hipóteses com pequenos experimentos junto aos usuários, verificando como se dá o processo de adoção e uso das primeiras versões e melhorando-as de acordo com a evolução de ciclos rápidos de iteração.

Buscando analisar o *Lean Startup* sob uma perspectiva de fundamentação acadêmica, Frederiksen e Brem (2017) apontam como diversos dos conceitos apresentados por Ries já estavam presentes na literatura científica, tais como envolvimento de clientes/usuários no

desenvolvimento do produto/negócio (Huizingh, 2011; Dahlander & Gann, 2010), utilização de ciclos de experimentos e desenvolvimento de novos produtos baseado em iterações (Sandmeier, Morrison, & Gassmann, 2010; Thomke, 1998) e pensamento effectual, orientado a descoberta, flexibilidade e exploração ao invés de planos rígidos (Sarasvathy, 2001; Block & MacMillan, 1985).

3.3. *Agile*

A metodologia Ágil para a gestão de projetos se disseminou inicialmente na indústria de *software* e foi impulsionada pelo Manifesto Ágil (Beck et al., 2001), escrito por um grupo de profissionais experientes (Conforto & Amaral, 2016). Em resposta a modelos excessivos em documentação, padronização e planos estáticos definidos no começo do projeto, o Manifesto Ágil (Beck et al., 2001) propõe uma abordagem centrada em: (i) Indivíduos e interações, no lugar de processos e ferramentas; (ii) Entrega de *software* funcionando em vez de documentação; (iii) Colaboração com o consumidor em vez de negociação e (iv) Responsividade a mudanças em vez de seguir um plano estrito. Conforto, Amaral, Da Silva, Di Felippo e Kamikawachi (2016, p.667), em sua revisão de literatura no contexto de gestão de projetos, apresentam como definição para o construto Agilidade: “*Agilidade é a capacidade da equipe do projeto de mudar rapidamente o plano do projeto como uma resposta às necessidades dos clientes ou partes interessadas, mercado ou demandas tecnológicas, a fim de alcançar um melhor desempenho de projeto e produto em um ambiente de projeto inovador e dinâmico*”.

Os princípios do Manifesto Ágil, baseados na flexibilidade e responsividade, na entrega frequente e iterativa, na colaboração com o usuário e na valorização da equipe (Beck et al., 2001) atraíram a atenção de outros setores, que iniciaram tentativas de adaptação da abordagem (Conforto, Salum, Amaral, Da Silva, & De Almeida, 2014; Sommer, Hedegaard, Dukovska-Popovska & Steger-Jensen, 2015; Cooper, 2016). Conforto et al. (2014), concluíram que o uso de metodologias ágeis adaptadas para empresas fora da indústria de *software* - setores tradicionalmente industriais - é positiva, especialmente quando se trata de projetos inovadores ou etapas de projetos que exigem uma abordagem mais flexível de gestão.

Sommer et al. (2015) abordam a aplicação de modelos híbridos que combinam o modelo tradicional de desenvolvimento de produto *Stage-Gate* com a metodologia ágil *Scrum* e conclui que as empresas obtiveram um ganho de desempenho a partir da aplicação da metodologia híbrida. Cooper e Sommer (2018) avançam ao apresentar um modelo chamado *Agile-Stage-Gate*, tendo a metodologia do *Scrum* como “representante” Ágil. O modelo é composto por três fases principais: Descoberta e Ideação; Conceito e Modelo de Negócios; e Desenvolvimento e Lançamento. Em cada uma das fases, são utilizados ciclos curtos de desenvolvimento.

3.4. *Síntese da Literatura*

Por se tratarem de abordagens orientadas à prática, é esperado que haja sobreposição das atuais abordagens utilizadas por *startups* - como destacam Frederiksen e Brem (2017) ao destacar sobreposições do *Lean Startup* com diversos outros conceitos, acadêmicos ou não. No referencial teórico estressado neste trabalho, algumas convergências temáticas foram encontradas entre *Design Thinking*, *Agile* e *Lean Startup*, tais como: desenvolvimento da solução junto ao usuário; exercícios de experimentação/prototipagem de funcionalidades rápidos, ou em ciclos curtos, de modo a garantir *feedbacks* contínuos; flexibilidade a mudanças

de acordo com os interesses dos usuários, se orientando por aprendizagem em vez de cumprimento de planos pré-estabelecidos. Também foi possível identificar modelos agregadores que buscam propor um fluxo de descoberta, validação e desenvolvimento, como proposto por Cooper e Sommer (2018), que entendem que (i) o *Design Thinking* contribui com processos de exploração e entendimento das demandas do usuário, (ii) o *Lean Startup* contribui com sua orientação à validação rápida e à construção de casos de sucesso, e (iii) o *Agile* contribui com uma execução orientada a lançamento e aprimoramento cíclico da solução.

4. Estudo de caso e sistematização do modelo Lean R&D

A presente seção detalha o estudo de caso, apresentando a aplicação preliminar do modelo e a proposição de um modelo formal com base na análise de dados e na fundamentação teórica.

4.1. Aplicação preliminar do modelo Lean R&D - uso de drones no setor elétrico

O projeto de P&D foi criado com a visão de identificar e desenvolver potenciais usos de drones para melhoria de eficiência e produtividade em inspeção e manutenção de torres e linhas de transmissão de energia elétrica. O uso de drones garantiria, em um cenário ideal, menor número de incidentes por meio de uma inspeção mais frequente e assertiva, além de reduções de custos com a centralização de atividades e rotinas automatizadas.

Por se tratar de uma tecnologia nova com poucas aplicações desenvolvidas no setor elétrico, o projeto contava com uma série de questões em aberto, tais como: (i) quais os melhores drones para cada função? (ii) quais tarefas podem ter maiores ganhos de eficiência? (iii) as equipes de inspeção e manutenção conseguem aderir e se adaptar ao uso de drones em suas rotinas?

Para lidar com essas incertezas e garantir o desenvolvimento do projeto, a área de inovação da empresa utilizou uma versão preliminar do modelo de Lean R&D e iniciou sua execução de maneira intuitiva com base em conhecimentos prévios de seus gestores acerca de conceitos como *Lean Startup*, *Design Thinking* e *Agile*. Para sua execução, foram contratados dois parceiros: um laboratório de pesquisas voltadas a inteligência artificial e visão computacional; uma empresa ligada à comercialização, desenvolvimento e prestação de serviços envolvendo drones. A empresa de energia manteve à disposição do projeto funcionários das equipes de manutenção e de inspeção (ou seja, os usuários finais) para participação, testes de campo e fornecimento de *feedback*. Foi alocado também um engenheiro em tempo parcial e um coordenador da área para acompanhamento do projeto.

A primeira fase do projeto teve caráter exploratório, inspirado em conceitos do *Design Thinking*, de modo a identificar possibilidades de aplicação do uso de drones e realizar testes iniciais visando minimizar incertezas técnicas, como a escolha do melhor drone para as finalidades da empresa de energia. Nessa fase, foram realizadas entrevistas e visitas a campo, para entender os problemas e desafios das equipes de manutenção e inspeção, que embasaram exercícios de reflexão sobre aplicações e soluções possíveis. As equipes da empresa de energia traziam seus problemas, limitações e interesses e os dois parceiros executores do projeto realizavam discussões e testes para averiguar viabilidade técnica, assim como explorar ideias e possibilidades apresentadas.

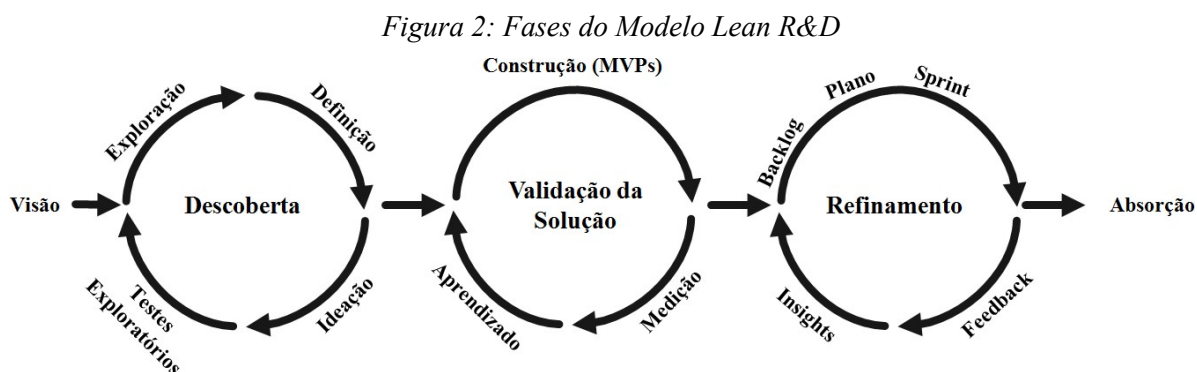
A segunda fase do projeto se caracterizou por desenvolver as primeiras aplicações de

drones. Nessa vivência real, realizada por meio de testes rápidos (MVPs), entendia-se melhor os casos de uso e os desafios que surgiam ao longo do desenvolvimento, como o transporte do drone para regiões distantes, sua capacidade em situações de chuva, ventos fortes, neblina e interferências eletromagnéticas, além do grau de precisão oferecido por suas imagens. Essas variáveis eram também avaliadas pelas equipes da empresa de energia, visando entendimento da ferramenta “drone” e melhoria das propostas de soluções, uma vez que poderiam impactar suas rotinas.

4.2. Análise dos dados e proposição do modelo

O caso dos drones permitiu uma aplicação preliminar de conceitos do que viria a ser o modelo Lean R&D, oferecendo aprendizados que emergiram da prática, envolvendo erros e acertos da aplicação preliminar. Tais aprendizados inspiraram a sistematização de um modelo de gestão de projetos de P&D adaptado às condições institucionais de empresas que tradicionalmente não possuem equipes diretamente alocadas para o P&D, baseando-se em fontes externas para inovação, conforme a tipologia de Pavitt (1984). Nesta seção é apresentada a proposição de um modelo formal baseado no referencial teórico e na coleta de dados do estudo de caso.

A estrutura proposta oferece ferramentas e conceitos de gestão com foco no cliente/usuário, bem como a experimentação e a flexibilidade do projeto. O modelo (Figura 2) é composto por três fases: a primeira voltada à Descoberta, inspirada no *Design Thinking*; a segunda voltada à Validação da Solução com o usuário, inspirada no *Lean Startup*, com foco na criação de MVPs; e a terceira voltada ao Refinamento da Solução e preparação para sua implementação e/ou comercialização de forma mais ampla e escalável, inspirada em *Agile*. Em seguida, cada uma das fases é discutida detalhadamente.



Fonte: Os autores

4.2.1. Fase 1: Descoberta

A fase de Descoberta se propõe a gerar uma melhor compreensão das demandas, "dores do cliente" e possibilidades de solução, bem como algumas restrições iniciais do problema. A mesma se inspira no modelo de Duplo Diamante e começa com a Exploração, que se utiliza de ferramentas como: (i) *desk research*, visando explorar o conhecimento existente em termos de mercado, aplicações e tecnologias, por meio de *benchmarks*, mesmo em outras áreas; (ii)

visitas em campo e observação, que são imersões realizadas com a finalidade de compreender as rotinas e procedimentos comuns, de modo a ter maior clareza da demanda e das especificidades de cada desafio; entre outras práticas relacionadas.

Em seguida, a equipe de projeto deve chegar a um entendimento e definição das demandas e oportunidades. No passo seguinte, Ideação, a equipe explora as possíveis soluções para as demandas identificadas. Algumas dessas soluções são priorizadas e seguem para os Testes Estruturados, nos quais os aspectos técnicos, de materiais, design, etc., e até mesmo pontos iniciais de usabilidade e aplicabilidade, são testados de maneira breve e simples.

No caso do projeto de Drones (estudo de caso), a fase de Descoberta envolveu a execução do Duplo Diamante gerenciada por um especialista em *Design Thinking*. O primeiro exercício exploratório foi o levantamento de diversas dúvidas e possibilidades, tais como: "e se o drone pudesse carregar sua bateria de maneira autônoma, garantindo voo infinito?"; "o drone consegue filmar estruturas que ficam embaixo da torre, de difícil acesso humano?". Também foram realizadas "desk researches" que, segundo entrevistados, eram voltadas para "tudo que estava acontecendo no mercado de drones, e não somente no setor elétrico".

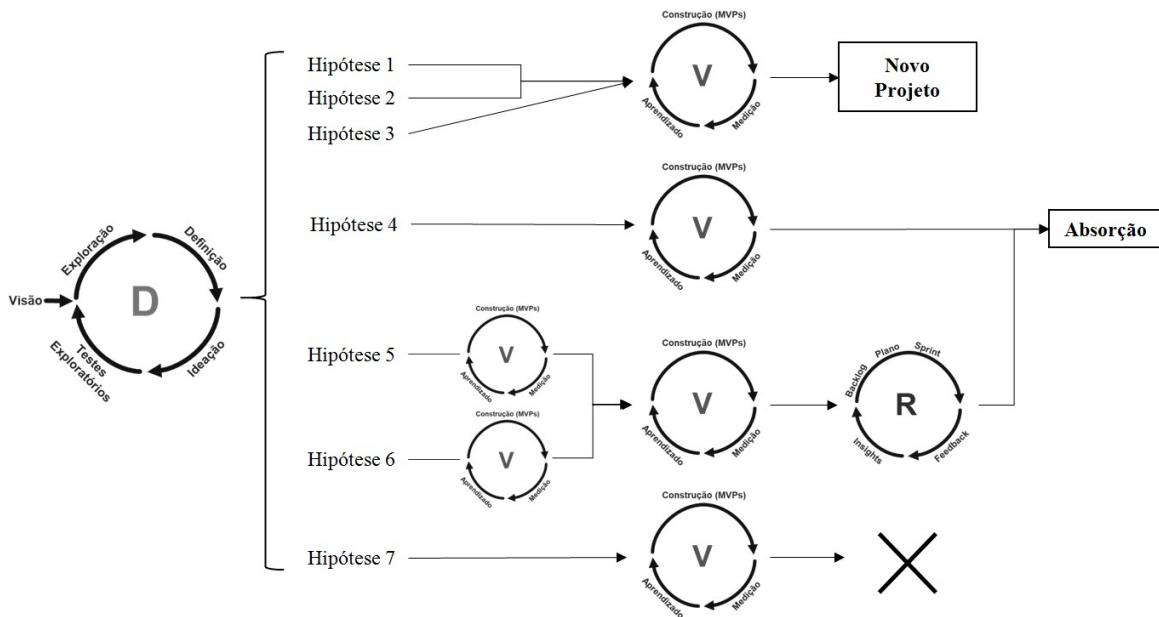
Na ideação, foram priorizadas as principais aplicações e problemas da empresa de energia, tais como a inspeção de vegetação crescente, de desgastes em torres e de problemas com espaçadores entre cabos. A partir disso, foram realizados testes estruturados sobre diversos pontos levantados anteriormente, como variáveis apontadas pela empresa como importantes para cada problema e limitações específicas. Um exemplo é o uso em inspeção de torres, em que algumas limitações técnicas eram apresentadas: (i) elevada amplitude de manobra para captura de imagens das torres em diversos ângulos; (ii) desafios gerados pelo campo eletromagnético das torres e linhas; (iii) resolução da câmera para processamento de imagem. Foram testados sete protocolos de voo com 25 drones diferentes e identificado um drone que atendia todas as especificações e possuía preço muito menor que o inicialmente definido. Essa atividade em si já impactou o rumo do projeto, alterando a especificação de compra de drones e encontrando uma solução mais alinhada à demanda da empresa.

4.2.2. Fase 2: Validação da Solução

A fase de Validação da Solução se pauta nos conceitos do *Lean Startup*. O objetivo dessa fase é desenvolver e aprimorar a solução por meio de *feedbacks* de casos de uso reais, entendendo os desafios de adoção e funcionalidades necessárias de acordo com o contexto dos usuários. As propostas de solução com maior potencial selecionadas nas fases anteriores são então desenvolvidas na forma de MVP e testadas juntamente com o usuário final, coletando *feedback*, realizando melhorias, e testando novamente.

Nessa fase, podem haver ideias concorrentes ou complementares sendo testadas simultaneamente, assim como pode haver uma única ideia sendo testada de maneira iterativa. Ao final de um montante de experimentos junto aos usuários e iterações suficientes para validar as hipóteses, a solução final pode ser selecionada. Soluções ou subprodutos do projeto podem ser imediatamente incorporados à operação caso viáveis, sendo desenvolvidos por uma área de negócios específica, ou até mesmo gerando um novo projeto de P&D (Figura 3).

Figura 3: Exemplos de possibilidades para a fase de Validação da Solução e suas consequências



Fonte: Os autores

A transição para a fase de Validação da Solução se deu a partir da maior clareza em relação às demandas e das potenciais soluções para o projeto, permitindo o início da realização de MVP's no formato de resolução de desafios operacionais por meio de drones. A fase de Validação da Solução foi realizada por meio de um “pool de desafios”. Essa proposta começou com uma demanda real da necessidade de análise de espaçadores de linha em uma grande extensão geográfica, o primeiro desafio. Com essa demanda em mãos, os parceiros foram estimulados a ir a campo e resolver o problema. A utilização de um desafio real e concreto, segundo um dos entrevistados, permitiu aumento de celeridade na implementação: “o que eu achava que demoraria um ano para entregar foi feito em um mês”. Dado o sucesso dessa abordagem, a empresa definiu outros 21 desafios que foram executados ao longo de 6 meses, gerando aprendizados como (i) definição do melhor processo logístico para a aplicação em regiões espalhadas pelas áreas de atuação da empresa; (ii) aprovação por parte de responsáveis pela segurança dos procedimentos; (iii) indicadores de sucesso para equipes de manutenção e inspeção; (iv) aprimoramento do processo de utilização dos drones em situação diversas, como diferentes condições climáticas.

4.2.3. Fase três: Refinamento

Escolhida a solução final, a fase de Refinamento concentra-se em dois tópicos: (i) disseminação do conhecimento gerado para as equipes da empresa; (ii) adoção da solução em escala crescente, de modo a prepará-la para implementação por toda a companhia - ou até mesmo ser transferida para outras empresas como estratégia de comercialização. Parte-se da premissa de que a solução já está suficientemente clara e validada, e que agora irá contar com um período de refinamento no qual são minimizados os desafios de implementação para a empresa e desenvolvidos projetos de disseminação e formação de equipes executoras.

Nossa pesquisa acompanhou o caso até a metade da segunda fase (Validação da

Solução), portanto, não foi possível extrair *insights* de sua implementação. Dependendo do projeto a ser desenvolvido, a terceira fase (Refinamento) pode não ser necessária, sendo limitado apenas à implementação das práticas desenvolvidas, aquisição, treinamento de pessoal etc.

5. Discussões de resultados

Um ponto a considerar é a diversidade de projetos. Parafraseando Shenhar (2001), “*one size does not fit all projects*”. Pensando em contingências, conforme sugerido por Salerno, Gomes, Da Silva, Bagno e Freitas (2015), é importante lembrar que há projetos envoltos em incertezas em que não é possível planejar na data inicial as macroatividades e a decorrente alocação de recursos, enquanto há projetos em que isso é possível. No caso específico do setor elétrico brasileiro, as condições institucionais exigem que empresas realizem projetos de P&D. Muitos desses projetos são tratados de forma tradicional, ou seja, sem grande envolvimento da empresa demandante no seu desenvolvimento, ainda mais por esta geralmente não ter competência interna de desenvolvimento. O caso discutido no presente texto foge dessa característica, pois a empresa busca extrair valor crescente da inovação, por meio de participação contínua no projeto. Isso levou a projetos com maior grau de incertezas, sobretudo incertezas técnicas e organizacionais - utilizando a tipologia de incertezas de Rice, O’Connor e Pierantozzi (2008).

O modelo proposto foca em projetos com incertezas, não sendo otimizado para: (i) projetos com trajetória predefinida, ou seja, baixa incerteza; (ii) projetos exploratórios, nos quais tanto meios quanto objetivos não podem ser definidos no início, ou seja, com alto nível de incerteza conforme Lenfle (2014); (iii) projetos de inovação mais radicais, similares aos exploratórios, envoltos em muitas incertezas, que exigiriam um tratamento quase artesanal, com planejamentos parciais e forte esquema de mitigação de incertezas (O’Connor, Ravichandran e Robeson, 2008; Sommer e Loch, 2004; Salerno e Gomes 2018). Contudo, muitos projetos de P&D se enquadram no perfil do modelo Lean R&D, tornando-o bastante útil para a prática, como mostra o caso aqui discutido.

Nesse sentido, o modelo proposto inova ao explicitar a iteratividade e a experimentação em projetos de baixa-média incerteza, que são extremamente numerosos. A contingência do modelo (grau de incertezas) o diferencia de modelos tradicionais do tipo Stage Gate (Cooper, 1990) ou DNA (O’Connor et al., 2008), se aproximando de modelos recentes, como os híbridos Agile-Stage-Gate (Sommer et al., 2015). Nesses modelos, a atenção à iteração e experimentação, vezes inspirada em *Lean Startup*, *Agile* e *Design Thinking*, permitiram resultados como redução do *time-to-market*, aumento da produtividade de desenvolvimento da solução, responsividade a demandas do mercado e flexibilidade no projeto (Cooper & Sommer, 2018), características também percebidas, embora sem medições concretas, no Lean R&D.

6. Conclusões

O presente artigo se propôs a identificar boas práticas na gestão de projetos de P&D quando aplicadas abordagens utilizadas no contexto de *startups*, tais como *Design Thinking*, *Lean Startup* e *Agile*. Por meio do caso de aplicação de um modelo preliminar que se utilizou de tais abordagens, bem como a análise de dados coletados à luz da literatura, é proposto um modelo de gestão de projetos de P&D. Foram percebidos ganhos na aplicação, como decisões

no começo do projeto que acarretaram em significativas reduções de custo, bem como desenvolvimento de entregas apontadas como mais céleres que os habituais. Destaca-se que este é o resultado de uma primeira aplicação e proposição de um modelo formal, havendo limitações como (i) o uso de um caso único, sendo propenso a vieses diversos, (ii) uma análise de dados recente, sem observar impactos de longo prazo e (iii) uso de dados essencialmente qualitativos, sendo refém de interpretações pessoais que podem ser inconsistentes. Para estudos futuros, propõem-se o acompanhamento de um maior número de projetos e em diferentes contextos, se possível com análises quantitativas, de modo a identificar se as evidências do presente estudo se repetem em aplicações diversas em P&D.

7. Referências

- Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). Manifesto for Agile software development.
- Blank, S. (2003). *The four steps to the epiphany*. Morrisville: Lulu Enterprises Incorporated.
- Blank, S. (2010). Teaching Customer Development and the Lean Startup – Topological Homeomorphism. *Steve Blank Entrepreneurship e Innovation*. Disponível em: <
<https://steveblank.com/2010/04/29/teaching-customer-development-and-the-lean-startup-%E2%80%93-topological-homeomorphism/>> Acessado em: 02/04/2019.
- Blank, S. (2018). NewTV Is the Antithesis of a Lean Startup. Can It Work? *Harvard Business Review*. August.
- Block, Z., & MacMillan, I. C. (1985). Milestones for successful venture planning. *Harvard Business Review*, 184-196.
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How Design Thinking creates new alternatives for business and society*. Collins Business.
- Brown, T., & Wyatt, J. (2010). Design Thinking for social innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29-43. https://doi.org/10.1596/1020-797X_12_1_29
- Carvalho, R. Q., Santos, G. V., & de Barros Neto, M. C. (2013). R&D+ i strategic management in a public company in the brazilian electric sector. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(2), 235-250. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000200019>
- Clark, K. B., & Wheelwright, S. C. (1993). *Managing new product and process development: text and cases*. Free Pr.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., da Silva, S. L., Di Felippo, A., & Kamikawachi, D. S. L. (2016). The agility construct on project management theory. *International Journal of Project Management*, 34(4), 660-674. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.007>
- Conforto, E. C., & Amaral, D. C. (2016). Agile project management and Stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 40, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.02.003>
- Conforto, E. C., Salum, F., Amaral, D. C., Da Silva, S. L., & De Almeida, L. F. M. (2014). Can Agile project management be adopted by industries other than software development?. *Project Management Journal*, 45(3), 21-34. <https://doi.org/10.1002/pm.j.21410>
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, 33(3), May-June, 44-54. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I)
- Cooper, R. G. (2016). Agile–Stage-Gate Hybrids: The Next Stage for Product Development Blending Agile and Stage-Gate methods can provide flexibility, speed, and improved communication in new-product development. *Research-Technology Management*, 59(1), 21-29. <https://doi.org/10.1080/08956308.2016.1117317>
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2018). Agile–Stage-Gate for Manufacturers: Changing the Way New Products Are Developed Integrating Agile project management methods into a Stage-Gate system offers both opportunities and challenges. *Research-Technology Management*, 61(2), 17-26. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1421380>
- Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How open is innovation? *Research Policy*, 39(6), 699–709. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.013>

- Di Silvestre, M. L., Favuzza, S., Sanseverino, E. R., & Zizzo, G. (2018). How Decarbonization, Digitalization and Decentralization are changing key power infrastructures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 483-498. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.068>
- Dorst, K., 2011. The core of 'Design Thinking' and its application. *Design studies*, 32(6), pp.521-532. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550. <https://www.jstor.org/stable/258557>
- Fleury, A. L., Stabile, H., & Carvalho, M. M. (2016). An overview of the literature on Design Thinking: trends and contributions. *International Journal of Engineering Education*, 32(4), 1704-1718.
- Frederiksen, D. L., & Brem, A. (2017). How do entrepreneurs think they create value? A scientific reflection of Eric Ries' Lean Startup approach. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 13(1), 169-189.
- Huizingh, E. (2011). Open innovation: state of the art and future perspectives. *Technovation*, 31(1), 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.10.002>
- Kunifuji, S., & Kato, N. (2007). Consensus-making support systems dedicated to creative problem solving. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 6(03), 459-474
- Lenfle, S., 2014. Toward a genealogy of project management: Sidewinder and the management of exploratory projects. *International journal of project management*, 32(6), pp.921-931. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.017>
- Lage, K. M. (2018). Cultura de Inovação: Ilustração de caso em empresas públicas de Minas Gerais. *Monografia*. Fundação João Pinheiro - Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho.
- O'Connor, G. C., Ravichandran, T., & Robeson, D. (2008). Risk management through learning: Management practices for radical innovation success. *The Journal of High Technology Management Research*, 19(1), 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2008.06.003>
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343-373. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- Pereira, J. A., & Júnior, O. C. (2013). Multidisciplinary systems concepts applied to R&D projects promoted by Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL). In *Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment* (pp. 39-50). Springer, London. http://doi.org/10.1007/978-1-4471-4426-7_4
- Rice, M. P., O'Connor, G. C., & Pierantozzi, R. (2008). Implementing a learning plan to counter project uncertainty. *MIT Sloan Management Review*, 49(2), 54. <http://doi.org/10.1109/EMR.2008.4534821>
- Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Books.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toledo, J. C. D., Silva, S. L. D., Alliprandini, D. H., & Scalice, R. K. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*.
- Salerno, M. S., Gomes, L. A. V., da Silva, D. O., Bagno, R. B., & Freitas, S. L. T. U. (2015). Innovation processes: Which process for which project?. *Technovation*, 35, 59-70. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.07.012>
- Salerno, M. S. & Gomes, L. A. V. (2018) *Gestão da inovação mais radical*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Sandmeier, P., Morrison, P., & Gassmann, O. (2010). Integrating customers in product innovation: lessons from industrial development contractors and in-house contractors in rapidly changing customer markets. *Creativity and Innovation Management*, 19(2), 89–106. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2010.00555.x>
- Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and effectuation: toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *The Academy of Management Review*, 26(2), 243–263. <https://doi.org/10.2307/259121>
- Shenhar, A. J. (2001). One size does not fit all projects: Exploring classical contingency domains. *Management science*, 47(3), 394-414. <https://doi.org/10.1287/mnsc.47.3.394.9772>
- Sommer, A. F., Hedegaard, C., Dukovska-Popovska, I., & Steger-Jensen, K. (2015). Improved product development performance through Agile/Stage-Gate hybrids: The next-generation Stage-Gate process?. *Research-Technology Management*, 58(1), 34-45. <https://doi.org/10.5437/08956308X5801236>
- Sommer, S. C., & Loch, C. H. (2004). Selectionism and learning in projects with complexity and unforeseeable uncertainty. *Management science*, 50(10), 1334-1347. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0274>

- Thomke, S. (1998). Managing experimentation in the design of new products. *Management Science*, 44(6), 743– 762. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.44.6.743>
- Tschimmel, K. (2012). Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation. In *ISPIM Conference Proceedings* (p. 1). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- Yang, X., Sun, S. L., & Zhao, X. (2019). Search and execution: examining the entrepreneurial cognitions behind the Lean Startup model. *Small Business Economics*, 52(3), 667-679.

El rol de las universidades en el modelo de innovación abierta: una revisión de la literatura

Mariela Carattoli

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Centro de Estudios en Administración,
Argentina

maricarattoli@gmail.com

María Isabel Camio

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Centro de Estudios en Administración,
Argentina

mariaisabel.camio@gmail.com

José Marone

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Argentina

josemarone@gmail.com

Resumen

En este trabajo se realiza una revisión bibliográfica sistemática con el objetivo de contribuir a una mejor comprensión del rol de las Universidades en el nuevo modelo de Innovación Abierta (IA). Se identifican las conceptualizaciones de IA de cada uno de los trabajos y se agrupan sus hallazgos en función del nivel de análisis al que hacen referencia. Los resultados dan cuenta que el concepto de IA surge desde la perspectiva de la empresa. Sin embargo, cuando se analiza desde la perspectiva de las universidades, surgen interrogantes acerca de la relación entre este concepto y el de Ciencia Abierta y acerca de la potencialidad que tiene la participación de las universidades en redes de co-creación abierta para derribar barreras institucionales, disciplinares y geográficas.

Palabras clave

Innovación Abierta, Ciencia Abierta, Universidad-Industria, Vinculación, Revisión de Literatura.

1. Introducción

La noción de IA está cada vez más difundida tanto en ámbitos académicos como entre responsables de políticas públicas (Huizingh, 2011). Fue definida por Chesbrough (2003) como la posibilidad de que las empresas se apalanquen sobre ideas y tecnologías externas y al mismo tiempo compartan con agentes externos ideas y tecnologías internas sobre las cuales no sacan el máximo provecho, para que otros puedan beneficiarse de ellas.

Esta definición asocia directamente el concepto de IA al ámbito de las empresas. Sin embargo, las universidades parecen tener un papel cada vez más destacado en el marco de los modelos de IA y están transitando algunos cambios importantes en términos de sus procesos de generación y transferencia de conocimiento.

En este trabajo proponemos llevar a cabo una revisión bibliográfica sistemática que nos permita profundizar sobre el estado del arte en relación al rol de las Universidades en el nuevo modelo de IA. Así, aunque hoy en día tanto las empresas como las universidades se involucran en IA, no está claro si este concepto significa lo mismo para ellas (Striukova, 2015), ni cuál es

el rol que corresponde a las universidades en este marco.

Para avanzar en este sentido a continuación describimos la metodología utilizada. Luego aproximamos el concepto de IA y su impacto sobre las universidades. Finalmente sintetizamos y analizamos los trabajos relevados a la luz de los objetivos propuestos y elaboramos conclusiones que sirvan de base para el diseño de estrategias más efectivas de IA en el contexto universitario, identificando futuras líneas de investigación que podrían ser profundizadas.

2. Metodología

Proponemos un proceso de revisión de literatura, que sintetice la evidencia empírica disponible para clarificar el tema de investigación definido (Tranfield et al., 2003). Realizamos una búsqueda sistemática de artículos en la base de datos SCOPUS, publicados en revistas indexadas entre 2003 y 2019, en idioma inglés o español, dentro de las siguientes áreas: Economía, Econometría, Finanzas, Ciencias Sociales, Negocios, Gestión y Contabilidad. La elección de SCOPUS se basó en el amplio rango de títulos científicos disponibles en estas disciplinas (Falagas et al., 2008) y la elección de las áreas se basó en nuestro interés por el fenómeno de la innovación desde una perspectiva económica y de gestión.

Para este trabajo de carácter exploratorio, se buscaron artículos que tuvieran en el título las palabras “open innovation” y que mencionaran como palabra clave “university”. Aunque la búsqueda podría extenderse utilizando otras palabras claves (como ciencia abierta, innovación colaborativa, etc.), nuestro interés, en esta primera aproximación al tema, es analizar el uso específico de la terminología “open innovation” en el ámbito universitario. Comenzamos la búsqueda en 2003 porque es cuando el término IA comienza a generalizarse (Chesbrough, 2003).

Ilustración 1: Clave de búsqueda

(TITLE (open AND innovation) AND KEY (university)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE , “re”)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , “BUSI”) OR LIMIT-TO (SUBJAREA , “SOCI”) OR LIMIT-TO (SUBJAREA , “ECON”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , “English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Spanish”))

Esta búsqueda arrojó 33 artículos sujetos a revisión. 4 tuvieron que ser descartados porque no se correspondían con nuestro objeto de estudio. 29 trabajos fueron finalmente leídos y la información clave de cada uno fue sistematizada y resumida en la sección Discusión y análisis de resultados.

3. Desarrollo

3.1. *Innovación Abierta*

En las últimas décadas, la relevancia de las redes en la generación de innovaciones ha sido un tema de gran interés en la literatura académica y también un objetivo de política prioritario por el impacto que, en el contexto de una economía del conocimiento, tienen sobre la generación de innovaciones, el desarrollo de sectores dinámicos, la promoción de inversiones en I+D y el desarrollo tecnológico (Kruss y Petersen, 2009).

La naturaleza cada vez más interconectada de los procesos de innovación, obliga a las

empresas a desarrollar múltiples interacciones en torno a redes de innovación con altos niveles de I+D y mayor grado de externalización de las actividades de innovación (Howells et al., 2003).

Chesbrough (2003) definió este fenómeno como IA, y lo caracterizó como un nuevo paradigma que asume que las empresas pueden y deben usar ideas externas e internas para avanzar en sus procesos de innovación y desarrollo de tecnología.

La IA está relacionada con tres procesos claves (Chesbrough et al., 2006):

- 1) De adentro hacia afuera (Inbound): consiste en obtener ganancias aportando ideas al entorno externo, de modo que los externos puedan desarrollar ideas y tecnologías que no han sido utilizadas por la firma.
- 2) De afuera hacia adentro (Outbound): consiste en utilizar competencias y fuentes de información externas (clientes, proveedores, universidades, etc.) para las actividades internas de innovación.
- 3) Modelo totalmente abierto: consiste en aplicar los dos procesos anteriores expandiéndolo hacia los competidores a través de estrategias de cooperación.

El modelo de IA se contrapone a los modelos de innovación cerrada que dominaron el debate hasta hace unas décadas. Bajo la lógica del modelo de innovación cerrada las empresas son responsables finales del proceso de innovación, que se genera dentro de sus propios laboratorios de I+D, en un marco en el que asegurar los derechos de PI resulta un factor clave.

La IA, por el contrario, destaca la naturaleza compleja de la innovación y la interacción y participación de actores sociales diversos como un elemento central de los procesos innovativos. La innovación tiene lugar a partir de la interacción en el marco de redes de conocimiento (Perkmann y Walsh, 2007) y no depende del desempeño aislado de actores específicos, sino de la cantidad y calidad de las relaciones que vinculan a estos actores en el marco de redes de intercambio y creación de conocimiento (Lundvall, 1992; Etkowitz y Leydesdorff, 2000).

4. Discusión y Análisis de Resultados

Del análisis surge que, en relación con las áreas de conocimiento, el tema de IA despierta mayor interés en el área de Negocios, Management y Contabilidad (47%) por sobre otras áreas como Economía, Econometría y Finanzas (13%) y Ciencias Sociales (18%). Esto creemos se explica por la forma en que fue originalmente definida la IA asociada a la empresa como unidad de análisis.

En relación con el lugar de origen de las investigaciones la IA parece resultar un tema de mayor interés en países europeos, especialmente Reino Unido (23%), España, (12%), Finlandia, Francia e Italia (con un 6% en cada caso), en contraposición a Estados Unidos, que participa con un 6% del total de publicaciones, donde las investigaciones han focalizado fuertemente sobre modalidades comerciales de vinculación U-I.

En términos de metodología la mayor parte de los trabajos son de naturaleza cualitativa (52%), con menor representación de trabajos de naturaleza cuantitativa (33%) o conceptual (15%). En cuanto a la unidad de análisis, se destaca que la IA ha sido más analizada desde la perspectiva organizacional (48%) y en particular con foco en la empresa por sobre la universidad. Ha sido menos estudiado el fenómeno desde las perspectivas institucional, (7%); interorganizacional (19%); o individual/grupal (26%).

En términos de contenidos, analizamos en primer lugar las definiciones que adoptan distintos autores de IA, sintetizando los resultados en la Tabla 1.

Tabla 1: Definiciones de IA

Nivel de Análisis	Autor/Año	Definición
Institucional	Carayannis y Campbell (2011)	Relacionan el concepto de IA a iniciativas dirigidas a conectar ideas y soluciones con mercados e inversores dispuestos a valorarlas, en el contexto de modelos de cuádruple y quíntuple hélice.
	Hughes (2011)	Relaciona la IA con una mayor apertura de los modelos de negocio de innovación del sector privado.
	Vega et al. (2012)	Definen IA como el uso de entradas y salidas intencionales de conocimiento para acelerar la innovación interna y expandir los mercados para el uso externo de la innovación
	Raunio et al. (2018)	La lógica de IA y la co-creación abierta se aplica cada vez más a las interacciones entre universidad, industria y sociedad. Esto sugiere que la cultura de colaboración de las universidades renuncia a las estructuras silo o al menos las hace más permeables. Las plataformas de innovación constituyen nuevos tipos de entornos para la interacción, que fomentan una cultura de IA, una comunidad y una forma colaborativa de trabajar.
Inter organizacional	Cervantes y Meissner (2014)	Consideran que existen 3 tipos de IA: 1) De adentro hacia afuera de la empresa; 2) De afuera hacia adentro y 3) Modelo totalmente abierto
	Lam et al. (2013)	La IA se considera un impulsor clave para ayudar a las industrias a acelerar el ritmo de la innovación a través de la explotación del libre flujo de conocimiento y experiencia interna y externa, logrando así una mayor competitividad industrial. Consideran la colaboración U-I como una forma de IA.
	Medeiros et al. (2016)	La IA ofrece oportunidades para generar ciclos de innovación más cortos de productos, servicios y técnicas, además de reducir costos de I+D y acceder a recursos escasos. Admite que el conocimiento está ampliamente disponible y que las organizaciones deben usar el entorno externo para complementar los activos necesarios para generar innovación, al mismo tiempo que pueden externalizar los resultados internos de I+D que son inconsistentes con su modelo de negocio actual.
	Laine et al. (2015)	La IA se define como un proceso de innovación en el que las estrategias, las competencias y el conocimiento del mercado se utilizan para definir y seleccionar objetivos de innovación y modelos de procesos. El modelo de innovación de cuádruple hélice establece que también la sociedad civil debería incluirse en los procesos de IA. Las universidades no solo contribuyen a la innovación, sino que también están integradas en ella y deben ser emprendedoras y crear sus propias respuestas a los cambios en la sociedad.

	Huggins et al. (2019)	La característica clave de la IA es la capacidad de la organización para gestionar flujos de conocimiento internos y externos. Desde la perspectiva de las universidades, la IA está estrechamente relacionada con su papel como agentes empresariales, en particular la relacionada con sus capacidades de generación, transferencia y comercialización de conocimiento.
Organizacional	Buganza y Verganti (2009)	Relacionan la IA a procesos de innovación generalizados que involucran a diversos actores que se encuentran fuera de los límites de la empresa.
	Fernández López et al. (2015)	Colocan a la empresa en el centro del sistema de innovación y postulan que bajo el modelo de IA las ideas valiosas pueden venir desde dentro o fuera de la empresa.
	Howells et al. (2012)	Colocan a la empresa en el centro del sistema de innovación y consideran la IA como las entradas y salidas de conocimiento para acelerar la innovación interna y la captación de innovaciones en el mercado una vez producidas. Involucra la IA “de entrada” relacionada con la gestión de vínculos de conocimiento con organizaciones externas que mejoran el rendimiento innovador de la firma e IA “saliente” asociada con el establecimiento y la gestión de enlaces para explotar comercialmente el conocimiento tecnológico interno.
	Minshall et al. (2007)	Describen la IA en términos del uso de entradas y salidas intencionales de conocimiento de una amplia variedad de fuentes (clientes, proveedores, universidades, institutos de investigación públicos y start-up), para acelerar la innovación interna y ampliar los mercados para el uso externo de innovación.
	Jonsson et al. (2015)	Consideran que la IA va más allá de explotar fuentes de innovación externas, y representa un cambio más amplio en el uso, administración y despliegue de la PI. En combinación con los modelos de Triple y Cuádruple Hélice destacan que las empresas pueden y deben usar ideas externas en las interacciones con usuarios y otras fuentes de conocimiento para crear nuevos productos y servicios.
	Striukova y Rayna (2015)	La IA asume que las empresas pueden y deben usar ideas y procesos externos e internos a medida que buscan avanzar en su tecnología, combinándolos en arquitecturas y sistemas cuyos requisitos están definidos por un modelo de negocio.
	Rhéaume y Gardoniv (2015)	La IA se basa en la distribución de riesgos y recompensas entre socios. El conocimiento ya no es propiedad exclusiva de las empresas. Puede residir en empleados, proveedores, clientes, competidores y universidades. Si una empresa no puede utilizar un conocimiento particular que tiene, puede venderlo a otras empresas.
	van Geenhuizen y Soetanto (2012)	La I+D y la innovación tienen lugar cada vez más en redes más allá de los límites de una sola empresa, donde los clientes adquieren un papel clave.

	El Salam El Rayyes y Valls-pasola (2013)	La IA implica que las firmas pueden abrir sus procesos de innovación en dos dimensiones: hacia adentro y hacia afuera.
	Vega-Jurado et al. (2015)	La IA sugiere que las empresas podrían y deberían usar no solo ideas internas sino también el conocimiento existente de su entorno para desarrollar sus procesos de innovación. La relación entre empresas y stakeholders puede convertirse en la estrategia más efectiva para explotar las capacidades tecnológicas internas y desarrollar nuevos productos y procesos.
	Kearney y McHattie (2014)	La IA reconoce que el conocimiento se distribuye ampliamente en fuentes externas (universidades, pequeñas empresas, empresas de nueva creación e individuos) y que se puede acceder a este conocimiento a través de colaboraciones.
	Chaston (2012)	Chesbrough (2003) concluyó que algunas organizaciones, especialmente en el sector privado, se han movido hacia la colaboración con organizaciones externas para lograr una ventaja competitiva. Una característica de la IA es que el proceso no necesariamente tiene lugar dentro de los límites de la organización (Lichtenthaler 2008). Elmquist et al. (2009) sostiene que la IA está influenciada por el número de socios involucrados y un enfoque interno frente a uno externo
Individual/grupal Individual/grupal	Oganisjana (2015)	Describen la IA como el uso de entradas y salidas intencionales de conocimiento para acelerar la innovación interna y expandir los mercados para el uso externo de la innovación. Consideran que los innovadores abiertos tienen una mentalidad y disposición específicas para co-evolucionar ideas, co-innovar y co-crear nuevos productos y servicios en el marco de ecosistemas de innovación. Tienen las habilidades para reaprender, crear nuevas formas de identificar, asimilar y utilizar el conocimiento externo, haciéndolo “digerible”, explorando ideas externas, guiando ideas externas a través de procesos internos y facilitando su explotación en la firma.
	Lucia et al. (2012)	IA significa que las empresas pueden y deben usar ideas internas y externas para mejorar su tecnología. Socios externos, incluidos proveedores, institutos de investigación y universidades, desempeñan un papel relevante en el proceso de I+D. Este enfoque de investigación cooperativa implica una gestión diferente de la PI.
	Johannsson et al.(2015)	Sugieren que la IA es el proceso de administrar estratégicamente el intercambio de ideas y recursos entre entidades para co-crear valor.
	Moretti (2018)	La IA redefine los límites de la empresa en el proceso de innovación, que se vuelve poroso. El proceso de IA puede seguir 3 direcciones: 1) de afuera hacia adentro 2) de adentro hacia afuera y

	3) acoplado. La práctica muestra que las innovaciones cerradas y abiertas se encuentran en un continuo que abarca diferentes combinaciones basadas en el contexto en el que operan las empresas.
Padilla-Meléndez y Garrido-Moreno (2012)	Consideran que la IA es un modelo de innovación en el que una compañía no sólo hace uso de fuentes de información externas sino también busca formas de aportar sus ideas internas para comercializar fuera de sus negocios actuales. Este paradigma trata la I+D como un sistema abierto.

Aunque existen algunos elementos distintivos aportados por diferentes autores, se evidencia que Chesbrough constituye el referente clave al momento de adoptar una definición de IA.

Por otra parte sintetizamos los principales hallazgos de estos trabajos. Desde un nivel de análisis institucional:

Carayannis y Campbell (2011) relacionan la IA con el Modo 3 de producción de conocimiento, y la perspectiva de cuádruple y quíntuple hélice, planteando que en conjunto promueven un ecosistema de innovación que impulsa la co-evolución de diferentes modos de innovación, en el que redes de innovación híbridas y grupos de conocimiento vinculan universidades, empresas y spin off.

Hughes (2011) analiza el sistema de innovación en UK encontrando que las políticas generalmente focalizan en la noción de universidad emprendedora y no en las prácticas de IA.

Vega *et al.* (2012) encuentran que la responsabilidad de perfeccionar las políticas y los programas públicos universitarios centrados en mejorar la innovación en Pymes está en manos de actores externos (Ej.; organismos de financiación, responsables de políticas PYME, etc.) y sugieren fortalecer las Asociaciones Pymes para incrementar su participación en programas públicos que apoyen la IA.

Raunio *et al.* (2018), exploran el papel de las plataformas de IA en el desarrollo de proyectos conjuntos de innovación en el marco de ciudades inteligentes. Concluyen que no basta con vincular a U-I en una misma red, sino que deben implementarse actividades adicionales. La facilitación de efectos de red y la combinación de soluciones digitales y centros de innovación física deberían considerarse tanto en políticas de transferencia de conocimiento como en políticas de desarrollo regionales. Eso demanda nuevas capacidades de diseño de políticas y de gestión de activos intangibles y procesos complejos.

Desde una perspectiva de análisis interorganizacional:

Cervantes y Meissner (2014) señalan que los modelos de IA con redes que se extienden a nivel mundial desafían la noción de Sistema Nacional de Innovación (SNI), ya que cruzan fronteras geográficas, institucionales y disciplinarias. También llevan a revisar los enfoques tradicionales de comercialización que ven al investigador como inventor, ponen foco excesivo en ciencias naturales y físicas y en patentes, licencias y spin off. Sostienen que para promover la IA se debe garantizar la calidad, la participación y las recompensas adecuadas para todos los involucrados en ella y considerar fuentes complementarias de conocimiento especializado (consultorías, institutos de investigación privados). Al analizar la IA a nivel de las empresas, sostienen que la mayoría mantiene pocos vínculos de alta calidad con universidades o profesores específicos y que los spin off y consultores son fuentes poco importantes, mientras que los proveedores ganan importancia como fuente de innovación, ya que poseen capacidades especializadas en materiales e I+D. También señalan que la capacidad de absorción de las

empresas es fundamental en IA.

Lam et al. (2013) encontraron que los factores que impulsan a las empresas a vincularse con universidades en actividades de IA son: el desarrollo de un modelo de negocio único e innovador, la complejidad de la tecnología, las crecientes demandas de productos innovadores y la gestión de su reputación. También encontraron que aunque los ejecutivos de I+D reconocen que la IA, como mecanismo de vinculación U-I, mejora la ventaja competitiva de las empresas, prefieren trabajar con otros socios. Algunas barreras son la capacidad de red relativamente débil y el temor a la divulgación de la PI. Por su parte, las universidades tienen buen dominio del conocimiento y la tecnología, buenos códigos de ética y son buenos observadores de los derechos de PI, pero generalmente no ven a las Pymes como un socio atractivo (recursos, tamaño y capital limitado, bajas competencia en innovación). Los autores proponen involucrar a las Pymes en proyectos de IA, mediante esquemas de tutorías y portales donde sea posible compartir conocimientos y experiencias.

Laine et al. (2015) modelan dos tipos de procesos de IA que involucran relaciones U-I: a) un proceso de transferencia de conocimiento tecnológico; b) un proceso de investigación participativa de IA. El primer proceso a menudo crea los cimientos para los procesos de investigación participativa de IA. El modelo enfatiza la importancia de la participación comprometida y el diálogo continuo para alcanzar resultados satisfactorios en los procesos de IA.

Huggins et al. (2019) encuentran que las universidades con mayor centralidad de red en estructuras de colaboración U-I, tienen altas tasas de participación relacional en proyectos de investigación financiados externamente, mientras que la protección de la PI a través de patentes, se asocia negativamente con la centralidad. Al utilizar la centralidad de red como medida de la capacidad de IA de las universidades, indican que algunas características institucionales pueden promover o limitar el compromiso de éstas con las prácticas de IA.

Janeiro et al. (2013) encuentran que la presencia previa de innovaciones exitosas, la búsqueda de innovaciones radicales y la intensidad de la innovación de las empresas son factores determinantes para el desarrollo de vínculos U-I en el sector de empresas de servicios innovadores.

Desde un nivel de análisis organizacional:

Buganza y Verganti (2009) concluyen que para adquirir conocimiento externo de las universidades, las empresas tienen en cuenta el ciclo de vida de la tecnología y para gestionar los vínculos tienen en cuenta las siguientes variables organizativas: el número de personas involucradas; el posicionamiento de la unidad organizativa dentro (o fuera) de los límites de la empresa; el grado de especialización laboral en la unidad organizativa y el grado de formalización del proceso.

López et al. (2015) encontraron mayor interés en colaborar con universidades por parte de empresas que realizaron actividades innovadoras (particularmente de producto) y empresas subsidiarias o afiliadas, y menor interés por parte de empresas independientes y empresas de baja tecnología que solo prevén inversiones a corto plazo. En empresas de alta tecnología lo que aumenta el interés en colaborar es la búsqueda de innovaciones de procesos, mientras en empresas de baja tecnología, lo que impulsa la colaboración es la búsqueda de innovación comercial y organizacional.

Howells et al. (2012) concluyen que las universidades representan uno de los mejores socios para las empresas en términos de resultados innovadores. Sin embargo, éstas mantienen una visión deficiente de las universidades como socios, tal vez porque aun cuando la red de IA genera innovación, es posible que no beneficie a todos en la red. Sugieren diseñar políticas y

estrategias de gestión para mejorar la percepción de las empresas sobre el valor de vincularse con universidades.

Jonsson et al. (2015) sugieren que para que las universidades se involucren en IA es relevante: a) contar con personal con doble competencia y experiencia (en el mundo académico y empresarial y b) crear herramientas que estimulen la interacción (Día de Encuentro U-I; Plataformas Digitales). Estas herramientas apoyan un Modo 3 de creación de conocimiento, amplían la red de contactos para todos los involucrados y mejoran las actitudes de los investigadores hacia la comercialización también a través del modelo lineal. A partir de esto cuestionan si el modelo lineal y el de IA son dos vías de innovación mutuamente excluyentes o pueden complementarse. También identifican algunos desafíos para gestionar la IA desde las universidades, como la dificultad para medir los efectos de las interacciones que suelen ser a largo plazo, complejos e indirectos; el tiempo y esfuerzo que requiere la implementación de estas herramientas y los altos costos de reclutamiento de personal con doble competencia.

Striukova y Rayna (2015) encontraron que la participación de universidades en IA va más allá del simple intercambio de conocimiento y la colaboración, y que cumplen un rol clave como intermediario, reuniendo varias partes y ofreciendo un entorno confiable para colaborar, especialmente si se debe compartir la PI. También encontraron una gran diversidad en relación con lo que implica la IA, cómo las universidades comunican esto, los cambios internos y externos que ha causado, las actitudes hacia la IA y las motivaciones para participar en ella e incluso en cuanto al tipo de entorno y las estructuras de gestión de IA en las universidades.

Rhéaume y Gardoni (2015) analizan las universidades corporativas y sostienen que las primeras en adoptar un enfoque de IA pueden crear mucho valor ya que éstas apoyan el objetivo de integrar la experiencia externa mediante la creación de asociaciones con universidades tradicionales, asociaciones profesionales, proveedores y clientes.

Van Geenhuizen y Soetanto (2012) encontraron que las deficiencias de recursos de los spines off relacionadas con el mercado y la financiación se pueden subsanar a través de IA mediante la subcontratación de operaciones seleccionadas, la participación en comunidades basadas en clientes (eventualmente, "laboratorios vivientes") y la reducción de costos obtenida en muchos modelos de IA. Sin embargo, las deficiencias de gestión (Ej.: sobrecarga de tareas) incluso pueden aumentar, porque las relaciones requieren ser gestionadas.

Minshall et al. (2007) analizan cómo un spin off universitario puede promover un ecosistema tecnológico de proveedores de recursos complementarios para que las organizaciones asociadas apliquen IA y desarrollen competencias en una tecnología novedosa y potencialmente disruptiva.

Vega-Jurado et al. (2015) sostienen la importancia para las empresas latinoamericanas, especialmente las nuevas y pequeñas, de interactuar con redes de conocimiento disponibles en su entorno, especialmente vinculaciones U-I, para acceder a recursos y capacidades complementarias que le permitan desarrollar nuevos productos o procesos. Destacan que la promoción de estos vínculos debe ser una prioridad para las políticas públicas para corregir fallas de mercado y del sistema.

Kearney y McHattie (2014) encuentran que la creación de foros multidisciplinarios que faciliten la colaboración entre empresas, diseñadores y académicos es una herramienta útil para incentivar la participación colaborativa y en red y la generación de ideas para resolver temas complejos.

Chaston (2012) concluye que las universidades comprometidas con la IA desarrollan sistemas más efectivos de gestión del conocimiento.

Desde un nivel de análisis individual y/o grupal:

Padilla-Meléndez y Garrido-Moreno (2012) encontraron que la participación de los investigadores en prácticas de IA está determinada por factores personales y profesionales, en particular el área de conocimiento, por factores institucionales, en particular el número de miembros del grupo de investigación y su composición y factores de red, en particular la existencia de investigación conjunta y el tiempo dedicado a los contactos con empresas. Destacan que los factores de red fueron los más importantes, mientras que la existencia de reconocimiento no correlacionó significativamente.

Oganisjana (2015) señala que la participación de estudiantes en IA requiere un conjunto específico de pensamientos, habilidades y comportamientos basados en la disposición para intercambiar, cooperar y co-crear sobre la base de la confianza y la colaboración.

Lucia *et al.* (2012) también sostienen que la participación de estudiantes en proyectos de IA ha permitido el desarrollo de mayor conocimiento técnico, mejores habilidades prácticas y de comunicación y una visión más profunda de la importancia de la innovación, además de mejorar los planes de estudio.

Johannsson *et al.* (2015), concluyen que tanto los enfoques convencionales, como los spin off, ya no son suficientes para describir el panorama actual de I+D en el sector espacial. Equipos más pequeños y ágiles, crowdfunding, un enfoque más agresivo para gestionar el riesgo y una gran motivación para aprovechar la PI son algunas características nuevas.

Moretti (2018) encuentra que, a pesar de la orientación activa de un laboratorio hacia la comercialización y la colaboración con contrapartes industriales, la implementación de IA todavía es limitada por parte de los investigadores y las comunidades en línea podrían promoverla.

5. Conclusiones

Aunque tanto las empresas como las universidades se involucren en actividades colaborativas abiertas para generar nuevos conocimientos e innovaciones, es necesario aclarar si el concepto de IA en realidad es aplicable y significa lo mismo para empresas y universidades (Striukova, 2015). En este sentido encontramos que la definición de Chesbrough (2003), principal referente en términos de IA en los estudios analizados no hace referencia a su posible aplicación en universidades, sino que focaliza en la empresa.

Cuando se analiza este fenómeno de colaboración abierta desde la perspectiva de las Universidades, aparecen otros conceptos relacionados aunque con identidad propia, como el de Ciencia Abierta que surge del ámbito académico y supone la producción científica desarrollada y comunicada de forma de permitir que otros contribuyan y colaboren en el esfuerzo de investigación y cuyos datos, resultados y protocolos obtenidos en diferentes etapas del proceso de investigación son puestos a libre disposición (RIN/NESTA, 2010). La interrelación entre estos dos conceptos requiere ser analizada con mayor profundidad, ya que la participación activa de las universidades en redes de co-creación abierta podría implicar cambios significativos en términos de los actores, las estructuras, dinámicas y procesos de generación y difusión de conocimiento e innovaciones, rompiendo barreras institucionales, disciplinares y geográficas.

Las universidades pueden desempeñar un rol importante en las prácticas de IA, no sólo en la provisión de conocimiento y tecnologías en el marco de vinculaciones U-I, sino en procesos de co-creación de innovaciones en el contexto de modelos de cuádruple y quintuple hélice (Johannsson *et al.*, 2015; Raunio *et al.*, 2018; Oganisjana, 2015) y también como

intermediarias reuniendo varias partes y ofreciendo un entorno confiable para colaborar, especialmente si se debe compartir la PI (Striukova y Rayna, 2015). Sin embargo, algunos autores encuentran que, aunque las empresas reconocen que la colaboración con Universidades en el marco de IA podría mejorar su ventaja competitiva, prefieren trabajar con otros socios, debido a la existencia de barreras tales como la capacidad de red relativamente débil y el temor a la divulgación de la PI.

Para contribuir a potenciar el rol de las Universidades en prácticas de IA resulta fundamental diseñar e implementar nuevas herramientas que estimulen la interacción y faciliten los efectos de red. Entre ellas se sugiere el desarrollo de plataformas tecnológicas y comunidades en línea (Moretti, 2018), la combinación de soluciones digitales y centros de innovación física (Raunio, 2018) o la organización de días de encuentro U-I (Jonsson et al., 2015). La implementación de los modelos de IA en el ámbito de las universidades supone algunos desafíos como la dificultad para medir los efectos de las interacciones que suelen ser a largo plazo, complejas e indirectas; el tiempo y esfuerzo que requiere la implementación de estas herramientas y los altos costos de reclutamiento de personal con doble competencia.

Desde el punto de vista de las implicancias para el diseño de políticas públicas, resulta interesante preguntarse si la IA, potenciada por las tecnologías de información y comunicación, disputa la noción de Sistemas Nacionales/Regionales de Innovación o convive con ella. Por otra parte, también cabe preguntarse si los nuevos modelos de IA sustituyen los modelos tradicionales de vinculación U-I, o ambos pueden coexistir y complementarse. Nuevas líneas de investigación futura podrían contribuir a dar respuesta a estos interrogantes.

6. Referencias

- Buganza, T., & Verganti, R. (2009). Open innovation process to inbound knowledge: Collaboration with universities in four leading firms. *European Journal of Innovation Management*, 12(3), 306-325.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2011). Open innovation diplomacy and a 21st century fractal research, education and innovation (FREIE) ecosystem: building on the quadruple and quintuple helix innovation concepts and the “mode 3” knowledge production system. *Journal of the Knowledge Economy*, 2(3), 327.
- Cervantes, M., & Meissner, D. (2014). Commercialising public research under the open innovation model: new trends. *Форсайт*, 8(3 (eng)).
- Chaston, I. (2012). Knowledge management systems and open innovation in second tier UK universities. *Australian Journal of Adult Learning*, 52(1), 153.
- Chesbrough, H. (2003). Open Platform Innovation: Creating Value from Internal and External Innovation. *Intel Technology Journal*, 7(3).
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., & West, J. (Eds.). (2006). *Open innovation: Researching a new paradigm*. Oxford University Press on Demand.
- de Medeiros, G. I., Florindo, T. J., Binotto, E., & Caleman, S. M. (2017). Evidences of Open Innovation in Brazilian Agrifood Chain. *Evidences of Open Innovation in Brazilian Agrifood Chain. Revista ESPACIOS*, 38(28).
- El Salam El Rayyes, A., & Valls-Pasola, J. (2013). The effect of research & development activities and open innovation activities: a key to low/medium technology industries and firms in Catalonia. *International Journal of Innovation Science*, 5(4), 225-236.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB journal*, 22(2), 338-342.
- Howells, J., James, A., & Malik, K. (2003). The sourcing of technological knowledge: distributed innovation processes and dynamic change. *R&D Management*, 33(4), 395-409.
- Howells, J., Ramlogan, R., & Cheng, S. L. (2012). Universities in an open innovation system: a UK perspective. *International*

- Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, 18(4), 440-456.
- Huggins, R., Prokop, D., & Thompson, P. (2019). Universities and open innovation: the determinants of network centrality. *The Journal of Technology Transfer*, 1-40.
- Hughes, A. (2011). Open innovation, the Haldane principle and the new production of knowledge: science policy and university–industry links in the UK after the financial crisis. *Prometheus*, 29(4), 411-442.
- Huizingh, E. K. (2011). Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, 31(1), 2-9.
- Janeiro, P., Proença, I., & da Conceição Gonçalves, V. (2013). Open innovation: Factors explaining universities as service firm innovation sources. *Journal of Business Research*, 66(10), 2017-2023.
- Johannsson, M., Wen, A., Kraetzig, B., Cohen, D., Liu, D., Liu, H., ... & Tallineau, J. (2015). Space and Open Innovation: Potential, limitations and conditions of success. *Acta Astronautica*, 115, 173-184.
- Jonsson, L., Baraldi, E., Larsson, L. E., Forsberg, P., & Severinsson, K. (2015). Targeting academic engagement in open innovation: tools, effects and challenges for university management. *Journal of the Knowledge Economy*, 6(3), 522-550.
- Kearney, G., & McHattie, L. S. (2014). Supporting the open innovation process in small and medium enterprises.
- Kruss, G., & Petersen, I. H. (2009). University-firm interaction in the region. Towards a common future: higher education in the SADC region. Research findings from four SARUA studies. Johannesburg: SARUA.
- Laine, K., Leino, M., & Pulkkinen, P. (2015). Open innovation between higher education and industry. *Journal of the knowledge economy*, 6(3), 589-610.
- Lam, J. C. K., Hills, P., & Ng, C. K. (2013). Open innovation: A study of industry-university collaboration in environmental R&D in Hong Kong. *International Journal of Technology, Knowledge and Society*.
- Lee, B., Cho, H. H., & Shin, J. (2015). The relationship between inbound open innovation patents and financial performance: evidence from global information technology companies. *Asian Journal of Technology Innovation*, 23(3), 289-303.
- López, S. F., Astray, B. P., Pazos, D. R., & Calvo, N. (2015). Are firms interested in collaborating with universities? An open-innovation perspective in countries of the South West European Space. *Service Business*, 9(4), 637-662.
- Lucia, Ó., Burdío, J. M., Acero, J., Barragán, L. A., & Garcia, J. R. (2012). Educational opportunities based on the university-industry synergies in an open innovation framework. *European Journal of Engineering Education*, 37(1), 15-28.
- Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation*. London: Pinter, 3(1).
- Medeiros, G., Binotto, E., Caleman, S., & Florindo, T. (2016). Open innovation in agrifood chain: A systematic review. *Journal of technology management & innovation*, 11(3), 108- 116.
- Minshall, T. I. M., Seldon, S., & Probert, D. (2007). Commercializing a disruptive technology based upon University IP through Open Innovation: A case study of Cambridge Display Technology. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 4(03), 225- 239.
- Moretti, F. (2019). “Open” Lab? Studying the Implementation of Open Innovation Practices in a University Laboratory. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 16(01), 1950012.
- Oganisjana, K. (2015). Promotion of university students’ collaborative skills in open innovation environment. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1(2), 18.
- Padilla-Meléndez, A., & Garrido-Moreno, A. (2012). Open innovation in universities: What motivates researchers to engage in knowledge transfer exchanges?. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 18(4), 417-439.
- Perkmann, M., & Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259-280.
- Raunio, M., Nordling, N., Kautonen, M., & Räsänen, P. (2018). Open Innovation Platforms as a Knowledge Triangle Policy Tool—Evidence from Finland. *Форсайт*, 12(2 (eng)).
- Rhéaume, L., & Gardoni, M. (2015). The challenges facing corporate universities in dealing with open innovation. *Journal of workplace Learning*, 27(4), 315-328.
- Striukova, L., & Rayna, T. (2015). University-industry knowledge exchange: An exploratory study of Open Innovation in UK universities. *European Journal of Innovation Management*, 18(4), 471-492.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-

- van Geenhuizen, M., & Soetanto, D. P. (2012). Open innovation among university spin-off firms: what is in it for them, and what can cities do?. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 191-207.
- Vega, A., Brown, D., & Chiasson, M. (2012). Open innovation and SMEs: Exploring policy and the scope for improvements in university-based public programmes through a multidisciplinary lens. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 18(4), 457-476.
- Vega-Jurado, J., Juliao-Esparragoza, D., Paternina-Arboleda, C. D., & Velez, M. C. (2015). Integrating technology, management and marketing innovation through open innovation models. *Journal of technology management & innovation*, 10(4), 85-90.
- Xu, G., Zhou, Y., Xu, L., & Li, S. (2014). Effects of control in open innovation: an empirical study of university-industry cooperation in China. *International Journal of Technology, Policy and Management* 3, 14(4), 346-363.

Revisión de la relación entre capital social y Smart City: una mirada desde los recursos y las capacidades

Juliana Mejía Jiménez

Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ingeniería, Colombia

juliana.mejiajq@upb.edu.co

Walter Lugo Ruíz Castañeda

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de la Organización, Colombia

wlruizca@unal.edu.co

José Roberto Álvarez Múnera

Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ciencias Sociales, Colombia

joseroberto.alvarez@upb.edu.co

Santiago Quintero Ramirez

Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ingeniería, Colombia

santiago.quintero@upb.edu.co

Resumen

El texto hace una revisión de los constructos de Smart City, Capital social, y recursos y capacidades contenidos en la literatura especializada, para afincar el vacío académico derivado de la relación de estos y para concebir el concepto de Smart City como una estructura social en la que el capital social es una capacidad y en donde sus activos son recursos. En este sentido, se busca reflexionar acerca de la necesidad de analizar el desempeño de una Smart City desde las perspectivas del capital social y la teoría de los recursos y las capacidades. Para ello, se hace la revisión categorial de los constructos en mención, seguidamente se entrega un planeamiento del problema y, por último, se esboza una propuesta para un ejercicio metodológico con miras a la construcción de un modelo. La principal contribución de este texto es que reconoce que existe un vacío en el conocimiento frente a la medición del capital social en la Smart City enmarcado en la teoría de los recursos y capacidades, evidenciado que aún no se puede medir si las personas entienden y se apropian de las tecnologías de la SC.

Palabras clave

Ciudad inteligente, Capital Social, Medición del Capital Social, Recursos y Capacidades.

1. Introducción

En las últimas tres décadas la construcción de la categoría de Smart City (en adelante SC) ha ido creciendo de manera considerable, y aunque Vanolos (2016) establece que, a diferencia de otros constructos asociados al mundo urbano, este no nació siendo un concepto academicista que haya capturado la atención de los sectores políticos y económicos, sino que fue el sector económico en cabeza de empresas multinacionales quien lo popularizó, la disertación sobre la ciudad y su cualidad inteligente, viene siendo un camino que se asienta en el piso teórico de diferentes autores.

La disertación sobre la evolución de la urbe ha sido objeto de autores como Castells

(1995) quien introduce la noción de ciudad informacional; Sassen (1995) que la interpreta como una red global; Dematteis (1996) cuando habla de los procesos de des-urbanización y contra-urbanización en la ciudades como fenómeno que lleva a replanteamiento de su identidad; Marcuse & van Kempen (2000) quienes reflexiona sobre las ciudades en vías de globalización; De Mattos (2001), cuando asegura que las ciudades comenzaron a tener unos protagonismos relevantes sobre todo por ser los centros de acumulación, crecimiento y modernización; Soja (2001) cuando reflexiona sobre la post-metrópolis o la metrópolis moderna; Nonaka, von Krogh, & Voelpel (2006) quienes hablan de la creación de conocimiento en las urbes; y López, Giusso, Juárez, Rotger, & Velazco (2012) quienes al refiere a la ciudad moderna desde sus “[...] grandes conurbaciones, extensas y discontinuas, heterogéneas y multipolarizadas [...]” (pág. 9) la ubican como una metápolis. Todo este tejido epistemológico entiende que la SC no es una categoría empírica, sino que el interés de la academia por el constructo esta soportado en la evolución de las reflexiones sobre la ciudad; ahora bien, cuando se comienza a pensar en la ciudad como SC, es donde se hace necesario amplificar el significado de “inteligente”. Sarmiento (2017) expone que lo “[...] ‘inteligente’ se aplica a la analítica, modelado, optimización y visualización de servicios para lograr una mayor eficiencia en la toma de decisiones” (p.3), pero también “[...] la etiqueta ‘inteligente’ implica la capacidad de las personas de aprender, desarrollar e implementar nuevas tecnologías para la ciudad” (p.3).

La mayoría de los estudios considerando teorías tradicionales y neoclásicas de crecimiento y desarrollo de las ciudades, se afianzan en la idea que las SC tiene seis dimensiones: economía, transporte y comunicación, medioambiente, personas, calidad de vida y, gestión y administración inteligente (Lombardi, Giordano, Farouh, & Yousef, 2012).

Tal como lo expresa Suárez (2016), “[...] una de las etiquetas que ha ganado una gran popularidad en los últimos años, y que se relaciona a menudo con la sostenibilidad urbana [...] es la de Smart cities (ciudades inteligentes)” (pág. 122). La autora expresa que muchos cascos urbanos a nivel mundial vienen desarrollando estrategias en las que las tecnologías de la información y la comunicación son las protagonistas pues posibilitan la mejora de la calidad de vida de las personas y la eficiencia en el consumo de recursos de la ciudad. A través de la tabla 1 expone el ejercicio de vigilancia frente autores en función de la temporalidad relacionado con la aproximación y teorización del constructo de SC:

Tabla 1. Vigilancia en función de la temporalidad del constructo de SC:

Autor	Año
(Mahizhnan)	1999
(Hall)	2000
(Hall)	2002
(Komninos)	2002
(Centre of Regional Science; y otros.)	2007
(Harrison)	2010
(Caragliu, Del Bo, & Nijkamp)	2011
(Chourabi)	2011
(Schaffers, y otros)	2011
(European Commission)	2012
(EIP-SCC)	2014
(Meijer & Rodríguez)	2015
(Mocholí)	2016
(Fernández M.)	2016

(Suárez)	2016
(Fernández, Monzón, & Ramirez)	2017
(Sarmiento)	2017
(Mora, Deakin, Reid, & Angelidou)	2018
(Jewell)	2018
(Joss, Sengers, Schraven, Caprotti, & Dayot)	2019

Fuente: Elaboración propia.

En ese último punto es donde las teorías de las SC se han centrado, más aún en los aspectos relacionados con las TIC. No obstante, se vienen reflexionando sobre el papel del capital social. Sikora-Fernández (2017) afianza la idea de que la inteligencia de las ciudades se genera cuando hay una amplificación de la tecnología y del capital social.

Habrá que reconocer que es necesario profundizar en una propuesta metodológica que estudie el capital social desde la perspectiva de los recursos y capacidades y lo recursos y que posibilite entender el uso, absorción y apropiación de la tecnología, en función de la acumulación de capital social y, por ende, de la inteligencia en una SC. Es aquí cuando se entiende la SC como una estructura social, y se recupera de la literatura el ejercicio académico que se viene dando en relación con el aumento en la tasa de innovación a nivel de las organizaciones en función de los recursos y capacidades, pues es en estas teorías, en de donde se habla de la acumulación de capacidades como aquella que contribuye a los resultados de la innovación. “En la mayoría de los casos, las empresas de alto rendimiento tienen capacidades más fuertes en comparación con las empresas de bajo rendimiento” (Yam, Guan, Punc, & Tang, 2004). De esta forma, una SC como imaginario socio- tecnológico que busca avanzar en función de su inteligencia, tendrá que reconocer que capacidades está acumulando y, si dentro de estas, acumula capital social, pues como se ha visto, el capital social promueve la inteligencia de la SC.

Para lograr establecer dicha incorporación, los sistemas de implementación de proyectos y sistemas de medición tendrán que comenzar a aproximarse a la construcción categorial del capital social en función de sus activos (cognitivo, estructural y relacional), pues, así como establece Sarmiento (2017) el capital social no se puede considerar como una dimensión aparte, sino que “debe ser el objetivo principal de todas las dimensiones de las Smart cities” (p.2). Visión que posibilita que los ejercicios de apropiación de las tecnologías sean más eficientes y sostenibles. Por lo anterior, en la tabla 2 se presenta la relación entre relación del Capital Social desde la perspectiva de los recursos y las capacidades y los recursos.

Tabla 2. Relación del Capital Social desde la perspectiva de los recursos y capacidades

Capital social como capacidad	Recursos del Capital Social	
La capacidad de las personas para obtener beneficios en virtud de la membresía de la estructura social. Coleman (1988), Burt (1992), & Portes (1998)	Activos de tipo estructural	La interacción social (Granovetter, 1992); (Lindenberg, 1996); (Hakansson & Snehota, 1995)
	Activos relacionales	La confianza y la confiabilidad (Uzzi, 1996) ;
	Activos de tipo cognitivo	Código compartido que facilita una comprensión de las formas adecuadas de actuar en una estructura social (Portes & Sensenbrenner, 1993) . "el aspecto del bien público del capital social" (Coleman, 1990, pág. 315).

Fuente: Elaboración propia.

De allí que se empiece a pensar en la necesidad de medir el capital social en la SC, reforzando la visión de Coleman (1988), Burt (1992), & Portes (1998) quienes entienden el capital social como la capacidad de las personas para obtener beneficios en virtud de la membresía de las estructuras sociales; y la de Inkpen & Tsang (2005) quienes lo asocian como el conjunto de recursos incorporados y disponibles a través de la red de relaciones poseídas en una estructura social. Si se piensa en la SC como aquella que se expone de manera inteligente a la luz de la presencia de capital social y de la tecnología que posee; el capital social sólo se dará en función de la utilización de los recursos entendidos como la utilización y apropiación de las tecnologías. Siendo de esta forma, se requiere hacer un aporte a los modelos de medición de las SC que permitan medir el capital social como capacidad de la SC.

Por tanto, para este ejercicio se ha revisado cómo se viene analizando el capital social dentro de la teoría de las SC, entendiendo el constructo del capital social como capacidad. Con estos elementos, se reflexiona acerca de la medición del capital social como capacidad en dicha estructura (SC). En esto último, se hace una reflexión frente a la necesidad que existe de hacer aportes en la medición del capital social en las SC para que se genere nuevo conocimiento desde la comunidad académica y se amplifiquen rutas que estimulen el desarrollo local intencionado el desarrollo de capacidades de innovación urbana.

2. Naturaleza y alcance del problema investigado

La Smart City – SC- es entendida desde Fernández (2016) como un imaginario socio-tecnológico que “busca comprender los desafíos de un mundo urbano en un periodo de transformación tecnológica” (p.38). Este constructo nació en los noventa desde la esfera de la mercadotecnia, en busca del impulso de las ciudades hacia la producción de bienes y servicios asociados a las TIC., y la promoción de una visión de complejos urbanos digitales, sostenibles y poseedores de alto capital humano. La construcción categorial posteriormente fue engrosada por la academia, máxime que la disertación sobre la ciudad como una estructura que ha venido creciendo en función del conocimiento, el intercambio y las funciones inteligentes le ha dado un cimiento teórico importante.

Pese al engrosamiento del constructo desde la academia en los años póstumos, no se podría decir que hoy exista unanimidad en dicha definición, por lo que en este trabajo se acogerá que la SC es un imaginario (en la lógica de Fernández, 2016) y que, el atributo de su inteligencia está presente cuando esta cuenta con “capital humano y social, infraestructura de comunicaciones, tanto tradicional como moderna (transporte y tecnologías de comunicación, respectivamente) y su desarrollo se ajusta a la teoría de desarrollo sostenible” (Sikora-Fernández, 2017, pág. 135); asimismo, su ciudadanía contribuye en la mejora de la calidad de vida.

En este mismo sentido, se expone que la SC se enmarca en unas dimensiones que son garantes de su evolución hacia lo inteligente; para nuestro estudio se acogerán seis dimensiones retomado a Lombardi, Giordano, Farouh, & Yousef (2012), quienes expresan que estas son las que incorporan de manera integral los elementos de las teorías tradicionales y neoclásicas de crecimiento y desarrollo de áreas urbanas: economía - *smart economy*, transporte y comunicación - *smart mobility*, medioambiente - *smart environment*, personas - *smart people*, calidad de vida - *smart living* y, gestión y administración inteligente - *smart governance*.

Ahora bien, considerando que la SC requiere contar con capital humano y social (Sikora-

Fernández, 2017) para hacer valer su condición de inteligencia, Membiela (2015) establece que existe una estrecha relación teórica entre el capital humano y el capital social. El primero no solo se nutre de la educación, los conocimientos técnicos y la experiencia de las personas, sino también de sus particularidades conforme a valores, confiabilidad y actitudes, lo que, sin más, hace parte del capital moral, el cual es subyacente a las relaciones sociales y a las actitudes de cooperación, ambas propias del capital social; por lo que en esta propuesta se entenderá que el capital humano se encuentra inmerso dentro del segundo, el capital social.

Desde dicha perspectiva se comprende que, en primera instancia, la SC es un imaginario socio- tecnológico, que, en segundo lugar, para que exista una condición de inteligencia en la misma, esta debe contar con capital social, y que, en tercer lugar, al estar constituida por las seis dimensiones descritas anteriormente, lo inteligente se entiende si dentro de las dimensiones dichas se halla el capital social. Esto último, se amplifica por las perspectivas de Bourdieu (1986), Coleman (1988), & Putnam (1993), quienes conceptualizan el capital social como un bien público y lo consideran como un atributo de la unidad social, la que para el caso se entenderá como la SC.

Habrá que rescatar que el capital social se comprende desde Coleman (1988), Burt (1992), & Portes (1998) como la capacidad de las personas para obtener beneficios en virtud de la membresía de las estructuras sociales; idea que se robustece cuando Inkpen & Tsang (2005) definen el capital social como el conjunto de recursos incorporados y disponibles a través de la red de relaciones poseídas en dicha estructura social. Siendo así, el capital social es una capacidad y a la vez, el conjunto de recursos embebidos en la SC; esta capacidad existe en las personas no por el hecho de pertenecer a la SC, sino por el beneficio que obtienen cuando usan y apropian sus tecnologías.

Como se venía diciendo, se entiende el capital social como una capacidad y la SC como una estructura social que requiere incorporar el capital social en función de su inteligencia; es pertinente entonces insertar dentro de esta relación el constructo de los recursos y capacidades, el cual ha sido estudiado dentro de las teorías organizacionales desde una perspectiva sistémica. Al interior de las ciudades existen una serie de fenómenos tales como: la reestructuración económica, la globalización del capital, el trabajo y la cultura, la reestructuración del espacio (urbano y social), entre otros (Soja, 2001). Estos fenómenos refuerzan la idea de que las ciudades son estructuras dinámicas que pueden leerse desde las teorías organizacionales, más aún cuando dentro de la SC, lo inteligente parte del capital social, el cual es una capacidad como se mencionó anteriormente.

El concepto de capacidad se entenderá desde la propuesta de Renard y St-Amant (2003), quienes establecen que es la habilidad o aptitud de la estructura para llevar a cabo sus actividades productivas de forma eficiente y efectiva mediante el uso, la combinación y la coordinación de sus recursos y competencias. López, Díaz & Robledo (2015) agregan que esto “mediante varios procesos creadores de valor, según los objetivos que se hayan definido previamente” (pág. 195). Sí la capacidad es una habilidad o aptitud, entonces el capital social es la habilidad o aptitud de la SC que complementa su ser inteligente.

Como la capacidad requiere de sus recursos para realizar sus actividades, por un recurso se concebirá cualquier cosa que pueda considerarse como una fortaleza o una debilidad (Wernerfelt, 1984). Los recursos de la SC pueden definirse como aquellos activos (tangibles e intangibles) que están vinculados semipermanentemente a la misma (Caves, 1980), pero ¿cuáles son los recursos propios del capital social que aportan a la inteligencia de la SC? Para dar respuesta a esta pregunta es necesario remitirse a autores como Nabapiet y Ghoshal (1997); Tsai & Ghoshal (1998), quienes le han asignado unos activos al capital social: estructurales,

relacionales y cognitivos.

Dentro de los activos de tipo estructural se incluye la interacción social (Granovetter, 1992); (Lindenberg, 1996); (Hakansson & Snehota, 1995); dentro de los activos relacionales del capital social, se vincula la confianza y la confiabilidad (Uzzi, 1996) ; y dentro de los activos de tipo cognitivo, se incorporan atributos como un código compartido que facilita una comprensión de las formas adecuadas de actuar en una estructura social (Portes & Sensenbrenner, 1993) y que se considera como "el aspecto del bien público del capital social" (Coleman, 1990, pág. 315).

No obstante, pese a que existe una relación entre los constructos de capital social, SC y, recursos y capacidades, se puede evidenciar que hay estudios que relacionan a la SC con el capital social y de la misma forma, al capital social con los recursos y las capacidades, pero se puede encontrar un vacío frente a la inexistencia de estudios que comprendan la relación tripartita entre los tres constructos; además de lo anterior, cuando se piensa en los sistemas de medición de las SC a la luz del capital social, se encuentra que los sistemas de medición no reconocen este constructo como transversal a las seis dimensiones de la SC, hay quienes hablan de un factor humano (Sarmiento, 2017) pero no transversal, sino como un factor que agrupa una serie de indicadores y, de igual forma, en el sentido de la medición, se encuentra que los indicadores que miden el capital social son: robos, delitos, número de representantes elegidos e indicadores similares (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011); (Caragliu & Del Bob, 2018); (Escobar, Villanueva, Santofimia, Villa, & Del Toro, 2018) ; (Lupiañez & Faulí, 2017); lo que hace que hasta hoy no se haya asociado la interacción social, la confianza y la confiabilidad, y un código compartido a todas las dimensiones de la SC, y lo que es más significativo, a las tecnológicas de la misma; es que la SC es una estructura que se nutre de las tecnologías, y esto no se puede desconocer.

Hay que recordar que se piensa que la SC es aquella que se expone de manera inteligente a la luz de la presencia de capital social como de "infraestructura de comunicaciones, tanto tradicional como moderna" (Sikora-Fernández, 2017, pág. 135), entre otros. Por lo que el capital social como capacidad, se necesita medir entendiendo cómo sus recursos (activos estructurales, relacionales y cognitivos) están presentes en función de las tecnologías de la SC, pues entre más acumulación del capital social como capacidad de la SC, mayor inteligencia, y entre mayor desacumulación, menor inteligencia: "se sabe que la capacidad de acumulación y desacumulación permite a las organizaciones adaptarse a los nuevos requisitos del entorno y responder a las oportunidades de innovación". (Quintero, Ruiz, & Robledo, 2017). Habrá entonces que reconocer que existe un vacío en el conocimiento frente a la medición del capital social en la SC asociado a la perspectiva de los recursos y de las capacidades, dado que aún no se puede medir si las personas entienden, se apropian e introyectan los valores asociados a las tecnologías de la SC.

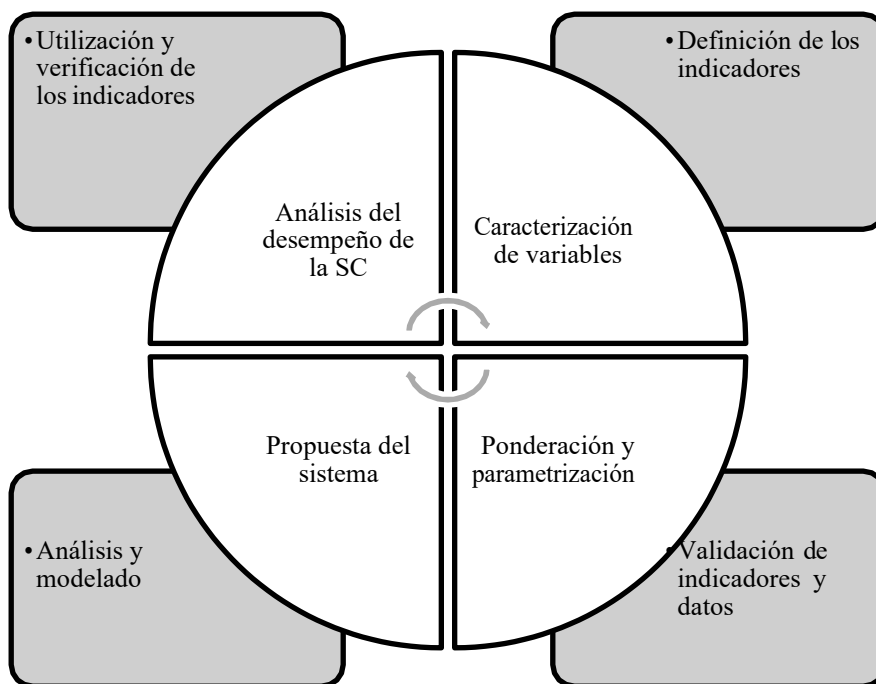
3. Propuesta metodológica

Posterior a la revisión de la relación entre capital social y *Smart City* y su triangulación con la perspectiva de los recursos y las capacidades se pasa a reconocer que la pregunta que gobierna la investigación es: ¿Cómo analizar el desempeño de una Smart City – SC- desde las perspectivas del capital social y la teoría de los recursos y las capacidades?

Para dicha pregunta es posible plantearse la siguiente hipótesis: a partir de un modelo que relacione el capital social con la teoría de los recursos y las capacidades se podría comprender el desempeño de una Smart City -SC-. Para poder dar respuesta a la pregunta planteada y

validar la hipótesis, será necesario la construcción de una metodología que conlleve a analizar el desempeño de una Smart City desde las perspectivas del capital social y la teoría de los recursos y las capacidades, a partir de un modelo de ecuaciones estructurales. Es así como, la gráfica 1 presenta dicha propuesta metodológica desde los pasos y resultados esperados.

Gráfica 1. Propuesta de esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia.

La grafica anterior expone en la esfera céntrica los pasos a llevar a cabo para la construcción de un modelo que analice y mida el capital social en la SC, entendiendo el capital social como una capacidad. Primero se buscará caracterizar las variables, posterior ponderar y parametrizar, para más adelante entrar en la fase de análisis y modelado y por último utilizar el modelo y verificar de los indicadores.

4. Resultados preliminares

En los trabajos revisados permiten entender que los sistemas de medición para las ciudades se entienden entonces, como elementos centrales del conocimiento; retomando a Fiol & Lyles (1985) el cambio, el aprendizaje y la adaptación se han utilizado para referirse al proceso mediante el cual las organizaciones se ajustan a su entorno; por lo que, una ciudad que puede medirse, será una estructura que ha trascendido lo que los autores denominan el nivel inferior, el cual se concibe como el que ocurre dentro de la misma y es dada como el conjunto de reglas que conduce al desarrollo de algunas asociaciones rudimentarias de comportamiento y resultados, pero que generalmente son de corta duración e impacto.

Además, las ciudades se deberán medir no solo en clave de indicadores de resultado, sino

a la luz del capital social, pues en Fiol & Lyles (1985) se encuentra que el aprendizaje en sí mismo es el desarrollo de ideas, conocimiento y asociaciones entre acciones pasadas, la efectividad de esas acciones y acciones futuras, pero que requiere de la adaptación entendida como la capacidad de hacer ajustes incrementales como resultado de cambios ambientales, cambios en la estructura del objetivo u otros cambios.

Basándose en esto, es posible preguntarse ¿Cómo la ciudad además de las métricas ya existentes para ser medida como una *Smart City* puede generar aprendizajes y adaptación? Y es cuando se puede entrar a reconocer que a estar métricas les ha faltado reconocer un elemento primordial como lo es el capital social.

Es importante entonces aplicar la metodología propuesta, buscando, en primer lugar, revisar todos los elementos de los activos estructural, relacional y cognitivo que incorporan el capital social y las formas de analizarlo y medirlo dentro de las dimensiones de las SC; para luego determinar cuáles indicadores están apuntando específicamente al constructo del capital social en términos de capacidades y recursos, posterior. Con dichos elementos reconocidos se revisa dentro de las metodologías de medición los elementos provenientes de la formación y medición del capital social y, por último, se incorpora indicadores derivados de los elementos ausentes referidos a la última esfera categorial.

5. Discusión y análisis

En la línea de los teóricos del Capital Social se reconoce que la incorporación de los activos cognitivos, estructurales y relacionales pueden aportar a la literatura de ciudades inteligentes ampliando su alcance y teniendo en cuenta las consideraciones sobre ciudadanía inteligente y aún más si se hace un estudio que permita construir una metodología que pueda medir las ciudades como *Smart Cities*. Desde dicha perspectiva puesto que permitirá la construcción de políticas más acertadas para la ciudad y a su vez, podrá lograr los réditos políticos versus las inversiones en la lógica del paradigma de las ciudades inteligentes.

Los sistemas de medición para las ciudades se convierten en elementos centrales del conocimiento; retomando a Fiol & Lyles (1985) el cambio, el aprendizaje y la adaptación se han utilizado para referirse al proceso mediante el cual las estructuras organizacionales se ajustan a su entorno; por lo que, una ciudad que puede medirse, será una estructura que ha trascendido lo que los autores denominan el nivel inferior, el cual se entienden como el que ocurre dentro de una organización dada como un conjunto dado de reglas que conduce al desarrollo de algunas asociaciones rudimentarias de comportamiento y resultados, pero que, generalmente, son de corta duración e impacto.

6. Conclusiones

Se puede entrar a reconocer que a los sistemas de medición de las SC les ha faltado ahondar en la categoría de capital social observado como una capacidad, en primer lugar, porque por capacidad se entiende la habilidad o aptitud de una estructura “para realizar sus actividades productivas de una manera eficiente y efectiva mediante el uso, la combinación y la coordinación de sus recursos y competencias. Esto mediante varios procesos creadores de valor, según los objetivos que se hayan definido previamente” (López, Díaz, & Robledo, pág. 195). Entonces, establecer que la capacidad es una habilidad o aptitud, entonces, el capital social es la habilidad o aptitud de la SC que complementa su ser inteligente.

En segundo lugar, porque Nabapiet y Ghoshal (1997); Tsai & Ghoshal (1998) le han asignado unos activos al capital social: estructurales, relacionales y cognitivos, y en función de la capacidad, los recursos son fortalezas o debilidades (Wernerfelt, 1984), por lo que, los recursos de la SC pueden definirse como aquellos activos que están vinculados a la misma (Caves, 1980).

Tercero y más importante aún, porque el capital social se comprende desde Coleman (1988), Burt (1992), & Portes (1998) como una capacidad que tienen los seres humanos de obtener beneficios de su membresía en una estructura social. Para Inkpen y Tsang (2005), el capital social es también, el conjunto de recursos que se incorporan en la red de relaciones de una estructura social. Ambas consideraciones permiten entender que el capital social es una capacidad y está integrada por un conjunto de recursos. Es de analizar que los activos del capital social son en sí mismos los recursos.

Se ha revisado entonces que la medición de ciudades inteligentes aún carece de sistemas que lean el capital social desde sus activos; el riesgo que se corre es que estos sistemas métricos de SC vienen teniendo alta incidencia en la construcción de proyectos estratégicos de ciudades emergentes, que se encuentran en una encrucijada entre la creación de conocimiento, los aprendizajes y la adaptación, y, por ende, todo el sistema de indicadores que se utilice se entenderá como un aporte a la eficiencia administrativa e institucional de la ciudad para la toma de decisiones.

Por lo anterior, para que dentro del proceso de consecución de objetivos de las ciudades se puedan dar creaciones de conocimiento, será necesario construir metodologías con sistemas de medición que midan los contextos locales, considerando la construcción del capital social y posibilitando mejorar la imagen de ciudad, para impulsarla hacia las esferas de la competitividad, sin sacrificar sus procesos de desarrollo, dentro de los elementos de desarrollo que poseen las ciudades inteligentes.

7. Referencias

- Alawadhi, S., & Scholl, H. J. (2013). Aspirations and realizations: The smart city of Seattle. En *Proceedings of the annual Hawaii international conference on system sciences* (págs. 1695–1703). doi:<http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2013.102>.
- Amendola, G. (2000). *La ciudad postmoderna. Magia y miedo de la metrópolis contemporánea*. Madrid: Celeste Ediciones.
- Borja, J. (2004). *Los derechos en la globalización y el derecho a la ciudad*. Obtenido de Documento de Trabajo del Laboratorio de Alternativas : <http://cite.flacsoandes.edu.ec/medi>
- Bourdieu, P. (1986). Handbook of theory and research for the sociology. En J. G. (ed.). New York: Greenwood.
- Burt, R. S. (1992). *Structural holes: The social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. doi:10.1080/10630732.2011.601117
- Caragliu, A., & Del Bob, C. F. (2018). Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban. *Technological Forecasting & Social Change*, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.022>
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional: tecnologías d ela información, reestructuración económica y el proceso urbano*. Madrid: Alianza editorial.
- Caves, R. E. (Mar de 1980). Industrial Organization, Corporate Strategy and Structure. *Journal of Economic Literature*, 18(1), 64-92.
- Centre of Regional Science; y otros. (2007). *Ranking of European medium-sized cities*. Vienna University of Technology, Vienna UT. Obtenido de <http://www.smart->

- cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
- Chourabi, H. y. (2011). Understanding smart cities: An integrative framework. En *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (págs. 2289–2297).
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94(Supplement), S95–S120.
- Coleman, J. S. (1990). *Foundations of social theory*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cyert, R. M., & March, J. G. (1963). *A behavioral theory of the firm*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice.
- De Mattos. (2001). Metropolización y suburbanización. *EURE*, 27(80), 1-3. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612001008000001>
- Dematteis, G. (1996). Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas En La ciudad dispersa. Suburbanización y nuevas periferias. Centre de Cultura Contemporània de Barcelona. Obtenido de http://www.xcosta.arq.br/atlas/debate/ciudadispersa_2.htm
- EIP-SCC . (2014). *European innovation partnership on smart cities and communities*. Obtenido de https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en
- Escobar, S., Villanueva, F., Santofimia, M., Villa, D., & Del Toro, X. (2018). A Multiple-Attribute Decision Making- based approach for smart city. *Technological Forecasting & Social Change*, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.024>
- European Commission. (2012). *Smart Cities and Communities – European Innovation Partnership*. Brussels: Communication from the Commission.
- Fernández, M. (noviembre - diciembre de 2016). La Smart City como imaginario socio-tecnológico. La construcción de la utopía urbana digital. *Cuadernos de Investigación Urbanística*(109), Cuaderno de Investigación Urbanística. doi:<https://doi.org/10.20868/ciur.2016.109.3498>
- Fernández, V., Monzón, A. G., & Ramirez, M. (2017). Procesos de gobernanza en proyectos de ciudad inteligente en un contexto internacional. Metodología de análisis. (P. ASCIMER, Ed.) *ESmartcity.es todo Sobre ciudades inteligentes*, 1.
- Fiol, C., & Lyles, M. (1985). Organizational Learning. *Academy of Management. Review*, 10(4), 803 – 813.
- García, J., Sisto, R., & Múgica, E. (2017). *Revisión de las metodologías de indicadores urbanos*. Obtenido de Comunicación presentada al III Congreso Ciudades Inteligentes: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-revision-las-metodologias-indic>
- Granovetter, M. S. (1992). Problems of explanation in economic sociology. En N. Nohria, & R. E. (Eds.), *Networks and organizations: Structure, form, and action* (págs. 25 - 26). Boston: Harvard Business School Press.
- Hakansson, H., & Snehota, I. (1995). *Developing relationships in business networks*. London: Routledge.
- Hall, P. (2000). *The Vision of a Smart City*. In *2nd International Life Extension Technology Workshop*. New York: Brookhaven National Laboratory Upton.
- Hall, P. (2002). *Cities of Tomorrow: An Intelligent History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century*. USA: Wiley-Blackwell, Malden M.A.
- Harrison, C. e. (2010). Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*, 5(4), 1 – 16. Heater, D. (2007). *Ciudadanía una breve historia*. Madrid: Alianza editorial.
- Hodgson, G. (julio – diciembre de 2011). ¿Qué son las instituciones? *CS*(8), 17 – 53.
- Inkpen, A. C., & Tsang, E. W. (2005). Social capital, networks, and knowledge transfer. *Academy of Management Review*, 30(1), 146–165.
- Instituto de Estudios Urbanos. (2017 de mayo de 2017). Bogotá y Medellín, las ciudades inteligentes de Colombia. *Debates Gobierno Urbanos*(15).
- Jewell, M. (2018). Contesting the decision: living in (and living with) the smart city. *International Review of Law, Computers & Technology*, 32(2-3), 210 - 229.
- Joss, S., Sengers, F., Schraven, D., Caprotti, F., & Dayot, Y. (2019). The Smart City as Global Discourse: Storylines and Critical Junctures across 27 Cities. *Journal of Urban Technology*, 26(1), 3 - 34.
- Komninos, N. (2002). *Intelligent Cities. Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*. London and New York: Spon Press.
- Lindenberg, S. (1996). Constitutionalism versus relationalism: Two views of rational choice sociology. . En J. C. (Ed.),

- James S. Coleman (págs. 299-311). London: Falmer Press.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the Smart City Performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137-149.
- López, C., Díaz, P. A., & Robledo, J. (enero - junio de 2015). La organización informal y sus efectos en las capacidades de innovación. *Universidad & Empresa*, 17(28), 191-217.
- Lópeza, I., Giusso, C., Juárez, M., Rotger, D., & Velazco, E. (2012). *De las metrópolis a las metápolis. El paisaje como instrumento de análisis. Caso: región del gran la plata*. AUGM. VII Congreso de Medio Ambiente . Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26495/43-DE+LAS+METR%D3POLIS+A+LAS+MET%C1POLIS.pdf?sequence=1>
- Lupiañez, F., & Faulí, C. (2017). *Ciudades Inteligentes: Evaluación social de proyectos de Smart Cities*. Universitat Oberta de Catalunya (UOC) . Montevideo: Centro de Estudios de telecomunicaciones.
- Mahizhnan. (February de 1999). Smart cities: The Singapore case. *ELSEVIER*, 16(1), 13-18.
- Marcuse, P., & van Kempen, R. (. (2000). *Globalizing Cities. A New Spatial Order*. Oxford (UK): Blackwell Publishers.
- Meijer, A., & Rodríguez, M. (April de 2015). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban. *International Review of Administrative Sciences*, 1 - 17. doi:DOI: 10.1177/0020852314564308
- Membiela, M. E. (2015). Capital social, bienes relacionales y bienestar subjetivo revelado. Una contrastación del Modelo de Lin. Coruña: Universidade da Coruña.
- Mintzberg, H. (1981). Organization desing: Fashion or fit? *Harvard Business Review*, 103 - 116.
- Miró, C. (2017). *Barcelona, cuarta Smart City de Europa*. *El Blog de Seidor*. Obtenido de <http://blog.seidor.com/author/cristina-miro/>
- Mitchell, W. (2007). Ciudades inteligentes. . *Uocpaper*. (5).
- Mocholí,A. (2016). *Smartcities' para ciudadanos inteligentes*. Obtenido de Anamocholi.com: <http://anamocholi.com/smartcities-paraciudadanos-inteligentes/>
- Mora, L., Deakin, M., Reid, A., & Angelidou, M. (2018). How to Overcome the Dichotomous Nature of Smart City Research: Proposed Methodology and Results of a Pilot Study. *Journal of Urban Technology*, 26(2), 89 - 128.
- Nahapiet, J., & Ghoshal, S. (1997). Social capital, intellectual capital and creation of value in firms. *Academy of Management Best Paper Proceedings*, 35 - 39.
- Nonaka, I., von Krogh, G., & Voelpel, S. (2006). Organizational Knowledge Creation Theory. *Organizational Studie*, 27(8), 1179 - 1208.
- Portes, A. (1998). Social capital: Its origins and applications in modern sociology. *Annual Review of Sociology*, 25, 1- 24.
- Portes, A., & Sensenbrenner, J. (1993). Embeddedness and immigration: Notes on the social determinants of economic action. *American Journal of Sociology*, 98, 1320-1350.
- Portes, A., & Sensenbrenner, J. (1993). Embeddedness and immigration: Notes on the social determinants of economic action. *American Journal of Sociology*, 98, 1320-1350.
- Putnam, R. D. (1993). The prosperous community: Social capitaland public life. *American Prospect*, 13, 35-42.
- Putnam, R. D. (1995). Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of Democracy*, 6, 65-78.
- Quintero, S., Ruiz, W. L., & Robledo, J. (October-December de 2017). Representation of unlearning in the innovation systems: A proposal from agent-based modeling. *Estudios Gerenciales*, 33(145), 366-376.
- Renard, L., & St-Amant, G. E. (2003). Capacité, capacité organisationnelle et capacité dynamique: une proposition de définitions. *Les Cahiers Du Management Technologique*, 13(1), 1-26.
- Robledo, J. R. (2013). Propuesta de modelo de evaluación de la gestión de la innovación empresarial y aplicación experimental en una PYME colombiana. *XV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, 15, págs. 27 - 31. Porto.
- Sarmiento, J. R. (Octubre - Enero de 2017). El componente humano de las smart cities. *Revista TELOS (Revista de Pensamiento, Sociedad y Tecnología)*(105), 1-11.
- Sassen. (1995). La ciudad global:Una introducción al concepto y su historia. *Brown Journal of word affairs*, 11(2), 27- 43.
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilson, M., & Olivera, A. (2011). Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation. En e. A. Domingue J., *Future Internet Assambly, Lecture Notes in Compu*.

- Sikora-Fernández, D. (Junio de 2017). Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(1), 135-152. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/318662037_Factores_de_desarrollo_de_las_ciudades_inteligentes
- Soja, E. (2001). *Postmetropolis. Critical Studies of cities and regions*. Oxford: Blackwell of World Affairs.
- Suárez, M. (2016). De las smart cities a los smart citizens. La ciudadanía frente a la tecnología en la construcción de resiliencia urbana. *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 6(2), 121-128.
- Tsai, W., & Ghoshal, S. (1998). Social Capital and Value Creation. The role of intrafirm networks. *Academy of Management Journal*, 41(4), 464-476.
- Uzzi, B. (1996). The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations. *American Sociological*, 61, 674-698.
- Valderrama, N. (2017). Ciudades inteligentes. Conceptos básicos. Universidad de Manizales.
- Vanolo, A. (2016). Is there anybody out there? The place and role of citizens in tomorrow's smart cities. *Futures*, 82, 26-36.
- Veltz, P. (1996). *Mondialisation, villes et territoires. L'economie d'archipe*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Von, B., & El Ouali, A. (2012). Territorial Integrity in a Globalizing World. *International Law and States' Quest for Survival*. Springer.
- Wernerfelt, B. (Apr. - Jun de 1984). A Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171- 180.
- Winters, J. V. (2011). Why are smart cities growing? Who moves and who stays. *Journal of Regional Science*, 51, 253-270.
- Yam, R., Guan, J., Punc, K., & Tang, E. (2004). An audit of technological innovation capabilities in chinese firms. *Research Policy*(33), 1123-1140.

Legitimidade e mudanças climáticas: uma abordagem à luz da teoria institucional

Ana Paula Perlin

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Administração, Brasil
anapaula.perlin@yahoo.com.br

Gabriela Rossato

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Administração, Brasil
gabi.rossato@hotmail.com

Clandia Maffini Gomes

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Administração, Brasil
clandiamg@gmail.com

Kamila.frizzo

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Administração, Brasil
kamila.frizzo@gmail.com

Jordana Marques Kneipp

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Administração, Brasil
clandiamg@gmail.com

Resumo

A busca pela sustentabilidade e adaptação as mudanças do clima têm promovido novos posicionamentos empresariais. O objetivo deste trabalho é explorar, o papel da sustentabilidade, no âmbito das mudanças climáticas como fonte de legitimidade empresarial, por meio de um estudo teórico. Para isso, aborda-se a Teoria Institucional como principal suporte do estudo e os processos de isomorfismo como fator explicativo do comportamento das organizações, em decorrência das pressões exercidas pela sociedade para a adoção de práticas institucionalizadas. Estas ações estão principalmente relacionadas ao estabelecimento de ações sustentáveis e estratégias de adaptação as mudanças climáticas. A partir da análise foi possível observar a relação entre a postura empresarial frente aos desafios da sustentabilidade e adaptação as mudanças do clima e o processo de isomorfismo adotados pelas organizações.

Palavras-chave

Teoria Institucional. Mudanças Climáticas. Legitimidade.

1. Introdução

A Teoria Institucional com ênfase na Legitimidade, vem sendo objeto de estudo nos mais diferentes campos do trabalho científico. Esse fato ocorre devido a Teoria Institucional ser considerada base para explicação de diversos fenômenos sociais podendo explicar também o comportamento das organizações no que se refere as questões de sustentabilidade e adaptação as mudanças climáticas. Para Barbieri et al. (2010), a Teoria Institucional pode ajudar a esclarecer o fato dos conceitos atrelados a sustentabilidade terem se popularizado rapidamente e de maneira abrangente.

Corroborando Meyer e Rowan (1992) afirmam que as organizações incorporam práticas institucionalizadas na sociedade, que posteriormente se tornam mitos a serem seguidos. Neste contexto, o objetivo é aumentar a legitimidade e as condições de sobrevivência das organizações. Assim, a Teoria Institucional aborda a existência de regras institucionais racionalizadas que contribuem para legitimar dadas ações.

Desse modo, estas regras institucionais passam a funcionar como mitos e quando incorporados as organizações podem resultar no ganho de legitimidade, recursos, estabilidade e maiores chances de sobrevivência, como dito anteriormente. Então de um lado tem-se as organizações menores, que tendem a aceitar e incorporar estas regras e mitos, com a intenção de conseguir maior credibilidade e aceitação social. Por outro lado, encontram-se as organizações detentoras de maior poder, as quais usufruem da influência e instituem estes mitos (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

Com a garantia de proteção adquirida com a utilização das regras institucionais, as organizações fortalecem sua legitimidade perante a sociedade e assim justificam suas ações. Nesse sentido, certas ações tomadas pelas organizações, como demonstrações de implementação de ações sustentáveis, preocupações expostas sobre a temática de mudanças climáticas, podem ser vistas como uma ação que busca legitimar a organização, visto que ações desse tipo são consideradas positivas pela sociedade.

Conforme Daadi et al. (2018) a partir de um recente revisão de literatura sobre estudos de divulgação de carbono (Hahn et al., 2015) foi possível observar que a maioria dos estudos adota uma abordagem empírica e raramente é fundamentada em teorias de gestão. Para os autores, há uma compreensão predominante da mudança climática como uma questão estratégica em estudos organizacionais e de gestão, ao invés de uma questão social ou ética. Daadi et al. (2018) afirmam que os estudos envolvendo a temática das mudanças climáticas estão utilizando teorias comuns a área a sustentabilidade como a teoria das partes interessadas (FREEMAN, 1984) e a teoria institucional (BRAMMER et al., 2006).

Para Barbieri et al. (2010) a abrangência e popularização dos objetivos e conceitos de adaptação as mudanças climáticas e sustentabilidade no meio empresarial pode ser amparada na Teoria Institucional.

Os valores relacionados a sustentabilidade e o respeito com as políticas ambientais e sociais tem sido amplamente divulgado pela mídia, movimentos sociais e ambientais, bem como pelos governos. Assim, várias organizações sentem-se pressionadas a adotarem modelos institucionalizados ligados a esses valores, a fim de atingir a legitimidade (Barbieri et al. 2010).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é explorar, o papel da sustentabilidade, no âmbito das mudanças climáticas como fonte de legitimidade empresarial, por meio de um estudo teórico. Para isso, aborda-se a Teoria Institucional como principal suporte do estudo e os processos de isomorfismo como fator explicativo do comportamento das organizações em decorrência das pressões exercidas pela sociedade para a adoção de práticas institucionalizadas, principalmente as relacionadas a adoção de ações sustentáveis e estratégias de adaptação as mudanças climáticas.

Para tanto, discute-se inicialmente as contribuições da teoria institucional na área da gestão sustentável. Em seguida é apresentado a relação da legitimidade com as questões relacionadas as mudanças climáticas. Após são apresentadas as considerações finais desse ensaio.

2. Teoria Institucional

O interesse de muitos teóricos na área da gestão institucional, tradicionalmente, é descrever como os principais processos, práticas e estratégias se tornam institucionalizadas. Além disso, também aborda-se o papel das organizações na sociedade sob o ponto de vista da institucionalização e da legitimidade (SCOTT, 1995).

O desenvolvimento da teoria institucional torna-se importante para entender como as definições sociais são geradas e aceitas, tanto dentro, como fora das organizações. Isso ocorre devido ao enfoque dado pela organização de como as coisas podem se tornar regras ou mitos sociais (TOLBERT; ZUCKER, 1999). Nesse sentido, a teoria institucional se propõe a explicar os processos pelos quais as organizações incorporam determinadas práticas na sua atuação.

Além disso, a pressão da sociedade, associada as forças institucionais, as características individuais e muitas vezes peculiares de cada organização, levam a diferentes padrões de adoção de estratégias. O isomorfismo é o processo que possui maior capacidade de definir o processo de homogeneização das organizações e pode ser definido como uma pressão da sociedade, ou de outras organizações do meio, a fim de se assemelhar a outras organizações que vivem nas mesmas condições ambientais, econômicas e sociais, (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

No entanto o processo de isomorfismo pode gerar certas consequências para as organizações que o adotam. A incorporação de elementos que visem o alcance da legitimidade, sem levar em conta a priorização da eficiência dos seus processos internos, pode ser uma delas (MEYER; ROWAN, 1977).

Por outro lado, o isomorfismo institucional pode contribuir para o sucesso e estabilidade das organizações. Segundo DiMaggio e Powell (2005), o isomorfismo institucional pode ocorrer de três formas: por meio do isomorfismo coercivo, isomorfismo mimético e isomorfismo normativo.

O isomorfismo coercitivo resulta de pressões formais e informais que uma organização mais forte exerce sobre outra que lhe seja dependente, e de expectativas culturais da sociedade. O isomorfismo mimético decorre de situações de incerteza que impulsionam a imitação. E por fim, o isomorfismo normativo deriva principalmente da profissionalização e da definição de métodos e condições de trabalho para uma determinada classe profissional, ou do estabelecimento de normas, (DIMAGGIO E POWELL, 2005).

Portanto, o isomorfismo institucional pode proporcionar o sucesso e a sobrevivência das organizações. A adoção de estruturas formais já legitimadas aumenta o comprometimento entre os participantes organizacionais internos e os componentes externos (MEYER; ROWAN, 1977).

Com o passar dos anos, houveram algumas mudanças organizacionais, no que diz respeito ao papel das organizações na sociedade. No presente cenário, gerar o retorno sobre os ativos investidos passou a ser consequência do processo empresarial, assim surgem outras demandas que requer a preocupação das organizações, como a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras e a melhor qualidade de vida para todos os atores organizacionais.

Tal fato torna-se evidente, a partir das discussões sobre a temática sustentabilidade e mudanças climáticas e que tomam proporções mundiais. Desse modo, as questões relacionadas a essa temática estão ganhando cada vez mais destaque entre as organizações e seus stakeholders, levando a uma adoção de práticas sustentáveis, que visem a adaptação as mudanças climáticas.

No próximo capítulo será abordada a relação da teoria institucional e as mudanças climáticas.

3. A busca pela Legitimidade e sua relação com as Estratégias de Adaptação às Mudanças Climáticas

As variações climáticas são efeitos naturais do planeta, no entanto, nas últimas décadas evidências demonstram que essas variações estão sendo intensificadas pela ação humana, estando relacionadas principalmente ao aquecimento global.

O primeiro estudo preciso sobre essa temática foi realizado por pesquisadores da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, no ano de 1979, e desde então governos e ambientalistas atuam no debate constante sobre as principais questões relacionadas ao problema. Desse modo, em 1988, o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas e a Organização Meteorológica Mundial definiu o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão internacional de avaliação a ciência relacionada à mudança climática, o qual reuniu cientistas e especialistas da área.

De acordo com o quinto relatório do IPCC (2014a), o cenário mais otimista prevê que o aumento da temperatura terrestre poderia variar entre 0,3 °C e 1,7 °C de 2010 até 2100, e o nível do mar poderia subir entre 26 e 55 centímetros ao longo deste século. No entanto para que esse cenário acontecesse, seria preciso estabilizar as concentrações de gases do efeito estufa nos próximos 10 anos e atuar para sua remoção da atmosfera. O pior cenário, no qual as emissões continuam a crescer em ritmo acelerado, prevê uma situação onde a superfície da Terra poderia aquecer entre 2,6 °C e 4,8 °C ao longo deste século, fazendo com que o nível dos oceanos aumentasse entre 45 e 82 centímetros.

Apesar do aumento das temperaturas em escala global, as emissões de gases de efeito estufa continuam aumentando, acompanhando o ritmo do crescimento econômico e demográfico. As consequências dessas emissões já podem ser percebidas no ecossistema, como o aumento do nível do mar, as secas e as estiagens mais prolongadas, a desertificação, as tempestades, as enchentes, o empobrecimento da biodiversidade, a alteração no regime de chuvas e outras consequências nas mudanças dos padrões climáticos do mundo (IPCC, 2014a).

Nesse sentido, os efeitos causados pelas mudanças climáticas impactam diretamente na sobrevivência e permanência das organizações. Estes impactos podem provocar alterações nos processos organizacionais, bem como criar desafios no que diz respeito a adoção e criação de ações que visem o enfrentamento as mudanças climáticas.

Ao compreender a teoria institucional percebe-se que firmas obtêm legitimidade ao se adequarem as práticas dominantes dentro de seu campo organizacional (Dimaggio E Powell, 1983; Scott, 1992). Inserido nesse contexto verifica-se que as mudanças climáticas podem afetar as organizações de forma direta e indireta sob várias perspectivas. Conformidade legal e competitividade, integridade dos recursos e disponibilidade de recursos, relações públicas e questões financeiras, capacidade de inovação e segurança física são apenas alguns exemplos de tópicos envolvidos na relação entre clima, mudança e organizações (Gasbarro, et al. 2017).

Para Demertzidis et al. (2015) as mudanças climáticas podem exercer impactos positivos ou negativos na operação e no desempenho de um negócio. Os autores definem quatro tipos de riscos associados as mudanças climáticas que podem alterar o desempenho do negócio, os riscos físicos das alterações climáticas, riscos relacionados a reputação, riscos relacionados a regulamentação e riscos de ações judiciais.

Shinkle e Spencer (2012) desenvolveram um estudo com o intuito de verificar como é

construído o significado de cidadania corporativa em relação ao aquecimento global em empresas multinacionais. Os autores utilizaram perspectivas como lentes orientadoras para a análise, sugerindo tendências isomórficas, heterogêneas, instrumentais e éticas nos significados construídos do *mundo da cidadania corporativa* entre empresas e / ou países. Dentre as contribuições do estudo, estão o fato de que as corporações multinacionais estão sujeitas a forças conflitantes em relação à responsabilidade social corporativa e no que tange a questão ambiental as pressões institucionais contribuem para moldar as divulgações voluntárias de carbono.

Um fato importante a salientar é a geração de lucro aliada aos objetivos da sustentabilidade. Existem alguns indicadores, como os desenvolvidos pelo *Global Reporting Initiative* (GRI) e pelo *Carbon Disclosure Project* (CDP), capazes de indicar a maneira com a qual a organização se relaciona com o meio ambiente e é capaz de gerar lucro de maneira sustentável.

Segundo Kolk et al. (2008), a organização que utiliza indicadores, gera visibilidade social e demonstra responsabilidade perante ao meio ambiente. Dessa forma, introduzir novas estratégias sustentáveis, afim de enfrentar os desafios financeiros e ambientais, pode proporcionar transparência institucional e o fortalecimento da legitimidade perante a sociedade (KOLK et al., 2008).

Por outro lado, Farias (2008), apresenta que essa busca pela legitimação na sociedade e mercado, e a criação de estratégias sustentáveis, por vezes pode ser reflexo da tentativa de ganho de legitimidade, e não a representação da sua eficácia e preocupação com o meio ambiente. Corroborando, Dias e Filho (2008), demonstram que a adoção de práticas sustentáveis pode estar ligada a tentativa de diminuir custos, visto que prestar informações a sociedade pode minimizar pressões da mídia e governo, por exemplo.

Nesse sentido, a divulgação de informações e dados ambientais, sociais e financeiros, sob a luz da sustentabilidade, pode estar diretamente relacionada ao emprego da teoria da legitimidade. Suchman (1995), destaca que a legitimidade envolve todas as ações, valores, normas e crenças das organizações. Sendo assim é uma tentativa da organização de se adequar perante as demais organizações. Por esse motivo, divulgar ações sustentáveis da organização, pode reduzir as pressões da sociedade, bem como engrandecer a organização, o que pode facilitar sua aceitação diante as demais organizações daquele meio, garantindo aprovação e fortalecimento da legitimidade.

O trabalho de Meyer e Rowan (1977) também confirma esse fato ao salientar que as organizações adotam práticas para atingir a legitimidade, com a intenção de permanecer no mercado.

Ademais, percebe-se que a adoção de determinadas práticas institucionalizadas e aceitas pela sociedade, pode influenciar a adoção das mesmas por outras organizações. Certas vezes essa adoção não é feita de maneira racional, é apenas uma incorporação das práticas visando o ganho de legitimidade (Tolbert; Zucker, 1999).

Nesse sentido, as empresas podem buscar a legitimidade por diversos motivos. Segundo Schuman (1995), há quatro categorias de legitimidade: a geral, a pragmática, a moral e a cognitiva, sendo cada uma delas provenientes de uma motivação diferente. A que mais se aproxima do contexto de adaptação as mudanças climáticas é a legitimidade pragmática, a qual visa o resultado da organização. O objetivo é o imediatismo das ações da organização em relação as demais, referente a percepção da sociedade.

Assim, Labatt e White (2007) ressaltam que a adoção de políticas relacionadas a

adaptação as mudanças climáticas podem ter impacto nos investimentos de longo prazo. Sendo assim, a temática mudanças climáticas passou de um papel coadjuvante para assumir um papel ativo no que diz respeito ao mercado financeiro e assuntos relacionados ao meio ambiente. Essa mudança de ação fez com os agentes do mercado passassem a se preocupar com o impacto das atividades organizacionais sobre o clima da Terra, (LABATT; WHITE, 2007).

Devido ao impacto causado pelas mudanças climáticas, esta vem sendo analisada pelas mais diferentes perspectivas. Com o objetivo de preservar a continuidade dos negócios, as organizações tem buscado evidenciar suas práticas sustentáveis, visando o reconhecimento e a legitimidade das demais organizações no meio do qual está inserida. O grande desafio das organizações atuais é conciliar o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável, tendo em vista a sociedade capitalista em que as organizações se encontram. Entretanto, inseridas nesse contexto é fundamental que as organizações adotem estratégias de enfrentamento as mudanças climáticas e sustentabilidade, a fim de assegurar a sobrevivência dos seus negócios (Porter E Reinhardt, 2007).

Como forma de contribuir para adoção de tais estratégias, Hoffman (2006), ressalta a importância da organização em identificar quais departamentos ou áreas se implementaram as estratégias inicialmente. Ainda, algumas organizações já incentivam ações relacionadas as estratégias sustentáveis, como: plantio de árvores, a utilização de bicicletas pelos funcionários e a realização de programas de treinamento em melhores estratégias de adaptação as mudanças climáticas.

Nesse sentido, as organizações tendem a se preocupar mais com essa temática. O objetivo é aliar crescimento e desenvolvimento financeiro com o cuidado ao meio ambiente. Anterior a essa preocupação, as organizações viam a adoção de práticas sustentáveis como barreiras para o crescimento. Com a pressão dos *stakeholders* e o aumento das discussões a respeito da adaptação as mudanças climáticas as organizações passaram a perceber a inclusão dessas novas práticas sustentáveis como fator competitivo e fortalecedor da legitimidade (Porter E Reinhardt, 2007).

Neste contexto, as mudanças climáticas podem ser vistas como uma transição de mercado, visto que afetam vários segmentos em variados níveis. Assim, fontes alternativas de recursos capazes de minimizar o impacto no meio ambiente são de extrema necessidade. Para que isso ocorra, de certa forma, é fundamental que os agentes interessados nessa relação pressionem a organização para a adoção de práticas sustentáveis e a preservação do meio ambiente, (Hoffman; Woody; 2008).

As mudanças climáticas representam uma gama de riscos e oportunidades para as empresas, sob a forma de regulamentações atuais e futuras relacionadas aos gases de efeito estufa e sistemas de comércio de emissões, mudança das demandas de acionistas e consumidores, evolução dos mercados de produtos e ações tomadas pelos concorrentes. Assim, parece fundamental compreender quais são as implicações provenientes do clima, para as diferentes organizações e como se adaptar a essas mudanças, (Gasbarro et al., 2017).

Para Schultz e Williamson (2005), as mudanças climáticas podem ter um impacto na demanda do cliente não apenas para produtos amigáveis com o clima e para inovação de produtos e tecnologia, mas também causando mudanças nas economias relacionadas, por exemplo, a tempo e disponibilidade de recursos.

As mudanças climáticas refletem um cenário preocupante no que tange a suas consequências no ecossistema e na sociedade. Inserido nesse contexto, as organizações possuem importantes desafios para adequar seus processos as mudanças climáticas. De acordo com Stern (2007), as pressões para as empresas estão aumentando no que se refere a questão

das mudanças climáticas, assim como a busca pela legitimidade.

Nesse sentido, as organizações vêm aumentando o seu grau de preocupação com as questões relacionadas as mudanças climáticas. Uma das possíveis causas para isso é a crescente conscientização e a pressão global. Além disso, reforça-se a ideia de Meyer e Rowan (1992), a qual discute a possibilidade de encontrar uma explicação para esses pontos na teoria institucional. As organizações tendem a responderem pressões sociais adotando modelos e práticas reconhecidas como as melhores naquele meio, buscando assim a eficiência simbólica e a eficiência técnica (MEYER E ROWAN, 1992).

Inseridas nesse contexto de oportunidades e riscos, as organizações passaram a adotar uma postura voltada a criação de oportunidades e geração de vantagem competitiva, no lugar da atitude baseada no gerenciamento de riscos. Ademais, as estratégias para enfrentamento as mudanças climáticas dependem de aspectos políticos, legais, atividade desenvolvida pelas organizações e setor em que atuam, (GASBARRO et al., 2017).

Sendo assim, a Teoria Institucional com foco na legitimidade e nos processos isomórficos, pode explicar a adoção dessas práticas pelas organizações. A intenção é garantir a sobrevivência e a legitimidade perante as demais. Assim, algumas organizações passam a usar dos relatórios de sustentabilidade como o principal meio de evidenciar tais informações. Nesse contexto, algumas ações são promovidas para incentivar as organizações para a importância da adoção de relatórios de sustentabilidade padronizados, principalmente as que visam mensurar e informar o público as práticas ambientais adotadas pela organização.

4. Considerações Finais

O presente trabalho buscou explorar, o papel da sustentabilidade, no âmbito das mudanças climáticas como fonte de legitimidade empresarial, por meio de um estudo teórico. Para isso, abordou-se a Teoria Institucional como principal suporte do estudo e os processos de isomorfismo como fator explicativo do comportamento das organizações.

Foi possível evidenciar que as organizações são compostas por um conjunto de regras e normas, e para se manterem atuantes no mercado devem se comportar de acordo com elas. Assim, receberão apoio e obterão legitimidade perante as outras organizações daquele meio (Dimaggio E Powell, 1983).

Assim, conforme Meyer e Rowan (1992), o isomorfismo é capaz de fazer com que a organização incorpore elementos e dados já legitimados do meio com o objetivo de permanecer e se fortalecer no mercado. A adoção desses elementos proporciona a sobrevivência da organização e também seu possível sucesso.

Outro fato importante a relembrar, é a crescente discussão das temáticas que envolvem sustentabilidade e mudanças climáticas, visto que podem influenciar diretamente as organizações, passando a exigir a adoção de práticas sustentáveis.

Portanto, a fim de concluir esse artigo teórico, retoma-se a análise da Teoria Institucional com foco na Legitimidade, e a relação existente com as temáticas de adaptação as mudanças climáticas e sustentabilidade. Notou-se que muitas práticas sustentáveis adotadas pelas organizações não passam da busca desenfreada pelo alcance da legitimidade e que os processos isomórficos atuam como fonte de explicação para o comportamento adotado de algumas organizações, seja a partir da pressão social, coerção ou semelhança.

Entre as limitações do estudo está o fato deste tratar-se de uma discussão teórica, em especial na relação entre a adoção de ações e estratégias em prol da sustentabilidade e a busca

por legitimidade. Neste sentido, sugerem-se pesquisas futuras que verifiquem empiricamente a relação existente entre estas variáveis.

5. Referências

- Barbieri, J. C.; Vasconcelos, I. F. G. De; Andreassi, T.; Vasconcelos, F. C. de. 2010. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. *Revista de Administração de Empresas - RAE*, v. 50, n. 2, p. 146-154, abril-junho.
- Brammer, S., & Pavelin, S. 2006. Corporate reputation and social performance: The importance of fit. *Journal of Management Studies*, v. 43, n. 3, p. 435-455.
- Daddi, T.; Todaro, M. N.; Giacomo, M. R.; Frey, M. 2018. A systematic review of the use of organization and management theories in climate change studies. *Business Strategy and the Environment*, v.8, n.1, p. 12-34.
- Demertzidis, N; Tsalis, A. T; Loupa, G; Nikolaou, E. I. 2015. A benchmarking framework to evaluate business climate change risks: A practical tool suitable for investors decision-making process. *Climate Risk Management*, v. 10, p. 95-105.
- Dias Filho, J. M. 2008. A Pesquisa Qualitativa sob a Perspectiva da Teoria da Legitimidade: Uma Alternativa para Explicar e Predizer Políticas de Evidenciação Contábil. Anais... XXXII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro.
- DiMaggio, P. J., Powell, W. W. 2005. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. *Revista de Administração de Empresas*, v.45, n.2, p.74-89.
- DiMaggio, P. J., Powell, W. W. 1983. The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 47-60.
- Farias, K. T. R. 2008. A Relação entre Divulgação Ambiental, Desempenho Ambiental e Desempenho Econômico nas Empresas Brasileiras de Capital Aberto: Uma Pesquisa Utilizando Equações Simultâneas. 2008. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Freeman, R. E. 1984. *Strategic management: A stakeholder approach*. Boston: Pitman.
- Gasbarro, F.; Iraldo, F.; Daddi, T. 2017. The drivers of multinational enterprises' climate change strategies: A quantitative study on climate-related risks and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, v. 160, p. 8-26.
- Giddens, A. 2010. *A política da mudança climática*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Hahn R.; Reimsbach D.; Schiemann, F. 2015. Organizations, climate change, and transparency: reviewing the literature on carbon disclosure. *Organization and Environment*. v. 28, n.1, p. 80– 102.
- Hoffman, A. J. 2005. Climate change strategy: the business logic behind voluntary greenhouse gas reductions. *California Management Review*, v. 47, n. 3, p. 21-46.
- Hoffman, A. J.; Woody, J. G. 2008. Climate change: what's your business strategy? (Memo to the CEO). Harvard Business School Press, Cambridge, MA, 15 April, 2008.
- IPCC, 2014a. Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea e L.L. White (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial (WMO), Genebra, Suíça, 34 págs.
- Kolk, A; Levy, D; Pinkse, J. 2008. Corporate Responses in an Emerging Climate Regime: The Institutionalization and Commensuration of Carbon Disclosure. *European Accounting Review*, v. 17, n. 4.
- Labatt, S.; White, R. R. 2007. *Carbon finance: the financial implications of climate change*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Marcovitch, J. (Org.). A redução de emissões de gases de efeito estufa e a legislação brasileira. São Paulo: FEA/USP, 2010-2011. In: MARCOVITCH, J. As empresas e a legislação verde no Brasil.
- Meyer, J. W., Rowan, B. 1992. Institutionalized organizations: formal structures as myth and ceremony. In: MEYER, J. W., SCOTT, W. R. *Organizational environments: ritual and rationality*. Updated Edition. London: Sage. p. 21-44.
- Meyer, J. W., Rowan, B. 1977. Institutionalized organizations: formal structures as myth and ceremony.

- American Journal of Sociology, v.83, n.2, p.340-363.
- Ministério Do Meio Ambiente. 2016. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: estratégias setoriais e temáticas Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, v. 2, 295 p.
- Nobre, C. A. 2008. Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização. Parcerias Estratégicas, v.27, p.7-17.
- Porter, M.E.; Reinhardt, F.L. 2007. A Strategic Approach to Climate. Harvard Business Review, v. 85, n. 10, p. 22-26.
- Primavesi, O.; Arzabe, C.; Pedreira, M. dos S. (Ed.). 2007. Aquecimento global e mudanças climáticas: uma visão integrada tropical. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 213 p.
- Shinkle G. A.; Spencer J. W. 2012. The social construction of global corporate citizenship: sustainability reports of automotive corporations. Journal of World Business, v. 47, n.1, p. 123– 133.
- Schultz, K.; Williamson, P. 2005. Gaining competitive advantage in a carbon-constrained world: strategies for European business. European Management Journal, v. 23, n. 4, p. 383-391.
- Scott, W. R. Institutions and organizations. 1995. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stern, N. 2007. The Economics of Climate Change – The Stern Review. Cambridge University Press, 712 p., January.
- Suchman, M. C. 1995. Managing legitimacy: strategic and institutional approaches. Academy of Management Review, v. 20, n. 3, p. 571-610.
- Tolbert, P. S.; Zucker, L. G. 1999. A institucionalização da teoria institucional. Handbook de estudos organizacionais: modelos de análises e novas questões em estudos organizacionais. São Paulo: Atlas, v. 1, p. 196-219. cap. 6.
- Tolbert, P.; Zucker, L. 1999. A institucionalização da teoria institucional. In: Clegg, S.; Hardy, C.; Nord, W. Handbook de Estudos Organizacionais. V. 1. São Paulo: Atlas.
- Wooten, M.; Hoffman, A.J. 2008. Organizational fields: Past, present and future. Handbook of organizational institutionalism, p. 130-147.

Modelo de Negocio para el Proceso de Innovación Social en una institución pública de educación superior: exploración y proceso de formulación. Medellín, 2018

Melbin A. Velásquez P.
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
melbinvelasquez@gmail.com

Cristina López G.
Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia
cristina.lopez@udea.edu.co

Laura V. Suescún R.
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
laura.suescun@udea.edu.co

James A. Morales Ch.
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
James.morales@udea.edu.col

Elizabeth Ruiz T.
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
Elizabeth.ruiz@udea.edu.co

Sor Angela Giraldo G.
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
sor.giraldo@udea.edu.co

María Paz Quintero R.
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
paz.quintero@udea.edu.co

Resumen

El Proceso de Innovación Social de una institución pública de educación superior, como instancia administrativa en construcción, inicia su configuración en el año 2018, y tiene como precedente el trabajo del proyecto Latinoamericano de Innovación Social (LASIN) 2015 a 2018 apoyado por la Unión Europea; sin embargo, no cuenta en su definición y configuración con herramientas de planeación estratégica que permitan tomar decisión sobre los servicios y productos que en prospectiva permitan formular su modelo de negocio. Para responder a esta necesidad se toma la decisión de contribuir, desde la modalidad de consultoría (Kubr, 1997) y la técnica de estudio de caso (Yin, 1994), con el proceso de identificación de la cadena de valor (Porter, 1980) a través del diseño de un modelo de negocio que posibilite a la institución determinar recursos, límites y alcances de sus actividades. Para el diagnóstico se realiza estudio exploratorio (se realizan encuestas, grupo focal y entrevistas), y análisis estratégico mediante aplicación de herramientas administrativas. Para el diseño del modelo de negocio se elige el método de Osterwalder y Pigneur (2011), método de CANVAS en las etapas de movilización, comprensión y diseño. Las técnicas empleadas permiten identificar la propuesta de valor y las actividades clave del modelo (gestión de recursos, promoción, y desarrollo de competencias), y definir un modelo de negocio abierto. El modelo e informe se presenta a la

institución para validación, y ajuste de acuerdo con las recomendaciones realizadas. En la consultoría se identifica que, pese a la voluntad política para el funcionamiento del Proceso de Innovación Social, al apoyo de la comunidad académica para gestionar el conocimiento, y a la identificación de la necesidad de promover más la innovación social, se requiere contar con capital humano y más fuentes de financiación.

Palabras clave

Innovación social, Modelo de Negocio, CANVAS

1. Introducción

La innovación social, objeto de interés con desarrollo creciente en la última década en América Latina (Ketelhöhn y Ogliastri, 2013), integra diferentes saberes y disciplinas de las ciencias sociales y humanas, que buscan responder a problemáticas existentes y propias de las dinámicas sociales de la región. Esta condición, de territorio y momento histórico, también es nombrada por Schumpeter (1935): “Cada fluctuación económica constituye una unidad histórica que no puede explicarse sino mediante un análisis histórico detallado” (p. 2). Las condiciones de Latinoamérica y del país, no son ajenas a las características del progreso, y han favorecido la proliferación de prácticas y conocimientos que buscan resolver necesidades sociales, con una implementación asociada más a funciones del estado, y a la solidaridad, las misiones, y visiones de organizaciones que trabajan por el desarrollo humano y la calidad de vida (Morales, 2009).

Si bien, la innovación como acción ha estado siempre presente en la humanidad (Abreu, 2011), las ciencias económicas se han ocupado recientemente de ella desde su conceptualización hasta su operacionalización (Rodeiro y López, 2007). Actualmente, hay discusiones en torno al tema y al campo que la define (Albornoz, 2009; Gurrutxaga, 2011), pero también hay iniciativas privadas y públicas que buscan potencializarla (Elche y González, 2007; Abreu y Cruz, 2011; Olavarrieta y Villena, 2014). Este interés académico por la innovación social ha permitido ir diferenciando las prácticas sociales, de la innovación social, y encontrar en ella, una estrategia de transformación cultural y de empoderamiento de comunidades e individuos para el mejoramiento de su situación y afrontamiento de dificultades (Villa, 2014).

Sobre este interés, Albornoz (2009), expone que la innovación ha hecho parte de la agenda pública en América Latina desde hace aproximadamente tres décadas -Schumpeter, en 1912, la aborda desde la producción y su proceso-, y llama la atención al hecho de que, en la década de los 90s, al considerar la innovación como acontecimiento desde lo social, se articula a la teoría de sistemas, y al campo social (Albornoz, 2009). Sobre este último elemento, Parada, Ganga, y Rivera (2017), hacen alusión a la necesidad social como uno de sus detonadores “Las innovaciones en el campo social, a menudo, surgen en condiciones adversas, en entornos en los que el mercado no ha ofrecido alternativas ni el sector público ha respondido a las necesidades y reclamos de la población” (p. 579).

Investigaciones realizadas en el contexto latinoamericano, dan cuenta de interés en la innovación social en relación con su producto, continuidad en el medio, sostenibilidad, factores externos e internos que la hacen exitosa, y últimamente en relación con el sujeto innovador para tratar de entender tendencias, motivaciones y habilidades que subyacen a la puesta en marcha de una idea ante una problemática social (Rodríguez y Alvarado, 2008).

Con respecto a su incursión en el sistema educativo, Buckland y Murillo (2014), refieren que “No solo se están desarrollando actividades de investigación académica, sino que, además, la temática se está incluyendo en los estudios de grado y posgrado y en los programas de las escuelas de negocios” (p. 51). Las instituciones de educación superior de Colombia no son ajenas a esta tendencia, y dan cuenta de un especial énfasis en las agendas nacionales (Villa y Melo, 2015), y en las investigaciones lideradas por instituciones universitarias (Hernández y Sánchez, 2014; Morales y Giraldo, 2015).

La institución de educación superior objeto del presente informe, está en proceso de definición y formalización de la instancia administrativa responsable de liderar la innovación social, y reconoce en ella una estrategia que contribuye, desde la práctica, con el cumplimiento de la misión institucional, práctica que además se espera que sea sostenible, y escalable desde el marco conceptual que ha construido, y que se asienta en referentes teóricos como el ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible). Si bien, desde el proyecto LASIN, la institución cuenta con diseños que representan componentes para su conformación, aún no han sido tomadas decisiones sobre las actividades que se consideran centrales para la comunidad, y su alcance.

2. Objetivos

2.1. *Objetivo general*

Diseñar una propuesta de modelo de negocio para el Proceso de Innovación Social de una institución pública de Educación Superior.

2.2. *Específicos:*

- Explorar saberes y conocimientos sobre innovación social y su práctica, presentes en la comunidad académica de la universidad objeto de la consultoría, que puedan contribuir con la definición del modelo de negocio.
- Identificar, de acuerdo con las prácticas de innovación social actuales y proyectadas por los responsables del Proceso de Innovación Social en la institución, lineamientos e insumos para el diseño del modelo de negocio.
- Presentar el modelo a los responsables del Proceso de Innovación Social de la institución para validación y ajustes.

3. Marco conceptual

Para el cumplimiento de los objetivos de la consultoría se consideran en el marco conceptual: el concepto de innovación, el concepto de innovación social, la innovación social y educación superior, y el concepto de modelo de negocio.

El concepto de innovación está ligado al crecimiento y desarrollo de las últimas décadas en el mundo, a la competencia de productos y servicios en el mercado, a la necesidad de responder con una mejor y mayor tecnología a las necesidades de la población, de las organizaciones y de los individuos. Sus alcances y límites han sido objeto de análisis y concertación de parte instituciones públicas y privadas. En el siglo XIX, Tardé (1897), al abordar las leyes que se vinculan con lo social, da cuenta de unas tendencias relacionadas con la repetición, la adaptación y la oposición, que estimulan lo que el autor denomina la facultad

inventiva (p.82), y cuya progresión es de dos tipos, una progresión imitativa, y una progresión inventiva sistemática (p. 103). El economista Shumpeter (1935), estima en el análisis sobre las influencias que afectan la economía, que el progreso económico se debe a: “los cambios en la técnica de la producción, a la conquista de nuevos mercados, a la introducción de nuevas mercancías, (...). Estos cambios históricos e irrevocables en los procedimientos seguidos es lo que llamamos “Innovación” y que definimos como cambios en las funciones de producción que pueden subdividirse en etapas infinitesimales”. (p. 22).

Diferentes autores, en el siglo pasado, como Drucker (1986), la abordan como necesaria para el desarrollo de las organizaciones, e incluyen los cambios comerciales, gerenciales y también tecnológicos para hablar de innovación. (Hernández, Tirado, y Ariza, 2016).

El Libro Verde de la Innovación de la Comisión Europea, la explica como “sinónimo de producir, asimilar y explotar con éxito una novedad, en las esferas económica y social, de forma que aporte soluciones inéditas a los problemas y permita así responder a las necesidades de las personas y de la sociedad.” (Comisión Europea, 1995 p. 9).

El Manual Oslo de 2005, expone que la innovación es: “la implementación de un producto (bien o servicio) nuevo o significativamente mejorado, o un proceso, o un nuevo método de marketing, o un nuevo método organizativo en las prácticas de negocios, (...) que debe haber sido implementada.”. (OCDE, pp. 55-56).

Para Velasco y Zamanillo (2008), los modelos del proceso de innovación han evolucionado, y sugieren: “realizar un esfuerzo por mejorar el conocimiento sobre las teorías explicativas del proceso de innovación”. (pp.128-129). Se plantea igualmente, en relación con los modelos que se encuentran de innovación, y que las empresas eligen, que estos deben contar con todo lo que afecte a la firma, además de tener en cuenta otros elementos como la estrategia, o la cultura (Velasco y Zamanillo, 2008), que finalmente terminan afectando su implementación local o nacional: “la debilidad y la desarticulación de los sistemas (...) de innovación en América Latina, es quizás uno de los aspectos principales (...) al analizar las diferencias en la conducta y el desempeño de las firmas de la región” (Lugones, 2000 p. 19).

En esta última década, los avances del concepto de innovación incluyen indicadores y herramientas de seguimiento y medición de su impacto. La OCDE (2018), por ejemplo, para facilitar la medición, considera necesaria su definición: “es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ellos) que (...) ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso).” (p. 20).

Pese a la producción intelectual sobre la innovación social, su concepto sigue siendo analizado y caracterizado, y no hay consenso sobre el mismo: “el término (...) es difuso, ambiguo y polivalente” (Hernández, et al., 2016. p. 178).

Se ha descrito en la literatura de la innovación social, caracterizaciones que se relacionan con teorías económicas, sociales, y políticas, que buscan diferenciarla de otras prácticas sociales, al igual que de otro tipo de innovaciones. De acuerdo con Mulgan (2006), “la innovación social se refiere a actividades y servicios innovadores que están motivados por el objetivo de satisfacer una necesidad social”. (p. 146). La respuesta a una necesidad social es resaltada también en la definición de innovación social de Murray (2010), “nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que simultáneamente satisfacen necesidades sociales y crean nuevas relaciones sociales o colaboraciones”. (p. 3). Para Abreu (2011), la innovación social es la “creación de productos y resultados sociales, independientemente de dónde nacen” (p. 136).

Se identifican además, en el concepto de innovación social, elementos de contexto como la cultura o la época: “existe una íntima correlación entre las definiciones concretas del

concepto de innovación social, el desarrollo histórico de dicho concepto y sus implicaciones disciplinares” (Hernández, et al., 2016, p. 194).

Otros autores como Conejero y Redondo (2016), identifican tres enfoques básicos en la concepción de la innovación social: el enfoque económico-gerencial, el enfoque social en el que consideran lo cultural y ecológico, y el enfoque político y de la administración.

Las universidades no han sido ajenas a este fenómeno. En el siglo XII una de las funciones de la universidad, de acuerdo con Ramírez y Valderrama (2010), es “servir a la transformación de la sociedad” (p.114). Esta función continúa considerándose posteriormente. Es así como la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior de la UNESCO, nombra como una de las funciones de la educación superior: “aportar su contribución a la definición y tratamiento de los problemas que afectan al bienestar de las comunidades, las naciones y la sociedad mundial” (1998). Posteriormente, la Conferencia mundial sobre la Educación superior del año 2009, invita a que “La educación superior debería asumir el liderazgo social en materia de creación de conocimientos de alcance mundial para abordar retos mundiales, entre los que figuran la seguridad alimentaria, el cambio climático, la gestión del agua, el diálogo intercultural, las energías renovables y la salud pública” (p.2). En Latinoamérica, Villa y Melo recuerdan que “Pensar hoy en día en una innovación social responsable desde la universidad, nos remite a demandas que surgieron hace casi un siglo atrás con las proclamas de los estudiantes de Córdoba, que (...) promovió un modelo de universidad” (2015, p. 72), y la presencia de la extensión universitaria.

Se han generado varios modelos que consideran la importancia, para la transformación social, de la asociación de lo gubernamental, el sector económico y la academia. El modelo de 1968 Universidad-Empresa-Estado, llamado el Triángulo de Sábato, presenta una “política para el desarrollo de la capacidad técnico-científica de América Latina” (p.115), y da lugar al crecimiento de centros científico-tecnológicos (Ramírez y Valderrama, 2010).

Un segundo modelo referido por Ramírez y Valderrama, considera en la Triple Hélice hasta su más reciente actualización a las *spin-off* de productos innovadores de investigadores, *spin-out* con tecnología y personal calificado, y *start-up* generadas con recursos de emprendedores (2010).

Estos modelos han favorecido el desarrollo de estrategias de innovación social que buscan promover la articulación y fortalecer los recursos para responder a los retos de transformación social, como los Comités Universidad-Empresa-Estado (CUEE) en Colombia, que se han implementado desde el año 2007, impulsados por el Ministerio de Educación de Colombia (Ramírez y Valderrama, 2010).

Esta tendencia en el papel de la universidad en la sociedad lleva a pensar como misión, además de la investigación y docencia, a la innovación social: “Las universidades y sus grupos de interés demanda un tipo diferente de compromiso, es lo que se ha dado en llamar la “Tercera misión”. Además de las funciones tradicionales de la enseñanza y la investigación, esta misión se centraría en la contribución universitaria al desarrollo local” (Villa, 2014. p.2).

Al igual que los conceptos de innovación e innovación social, en la literatura se encuentran distintas definiciones de modelo de negocio: Ricart (2009), trata el origen del modelo de negocio con Druker en 1954, y describe cómo el término ha sido relacionado con el formato en el que se realiza un negocio, además de ser “la respuesta competitiva a situaciones estratégicas de largo plazo.” (p. 24). Druker, en relación con esta respuesta competitiva dice: “La innovación es la herramienta específica de los empresarios, los medios por los cuales explotan el cambio como una oportunidad para un negocio diferente o diferentes servicios” (1986, p.18).

En el pensamiento sistémico, teorías relacionadas con sistemas complejos, los nuevos retos sociales relacionados con el desarrollo sostenible impulsan la creación de nuevos modelos de negocios con fronteras cada más difusas que no solo aportan los modelos económicos, sino también los avances tecnológicos con la oferta de nuevas maneras de relacionarse y comunicarse. Así lo sugiere también Velu (2017): “El modelo de negocio puede verse como un sistema que es una combinación compleja de actividades y flujo de información (...) son una forma de sistema social y los modelos de negocios se pueden ver en este contexto como una forma de sistema organizativo” (p.617).

El término “modelo de negocio” ha ido evolucionando, y sobre esta evolución Demil y Lecocq (2009), resaltan que “un modelo de negocio raras veces se descubre de inmediato. Para crear una coherencia interna o adaptarse al entorno, es necesario realizar sucesivos ajustes” (p. 86). Salas, (2009), plantea igualmente que el modelo de negocio surge para dar forma a la diversidad y complejidad, identificando lo más significativo para una toma de decisiones. Con respecto a esta diversidad, Arend (2013), da cuenta de cómo el modelo de negocio se ha considerado dependiente del contexto, de la empresa, del tiempo, que puede ser usado para definir lo que es valioso para los humanos y es “una representación útil de cómo la organización crea valor” (p. 391).

En la última década, se han presentado otras caracterizaciones de los modelos de negocio, como la realizada por Osterwalder y Pigneur (2011), quienes dividen los tipos de negocio en cinco patrones considerando similitud de características: modelos de negocio de desagregación (tienen gestión de relaciones con el cliente, innovación de productos, y/o gestión de infraestructura); modelo de negocio de larga cola (buscan costes de inventario bajo y vender menos de más), modelo de negocio de plataformas múltiples (permite interacción de diferentes grupos y tiene efecto de red), modelo de negocio gratis (una parte del segmento de mercado o del negocio ofrece productos gratuitos), y modelo de negocio abierto (hay colaboración sistemática con socios).

Considerar modelos de negocio en innovación social, es un campo reciente de investigación, y se dificulta ante la complejidad y condición dinámica del concepto de innovación social. Sin embargo, cabe mencionar con Ovalle, Hernández y Apocada (2014), que los modelos de negocio en innovación social requieren innovar para su mayor impacto y sostenibilidad.

4. Metodología

En el marco del requerimiento para grados de la Maestría en Administración de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, y luego de la identificación de las necesidades del Proceso de Innovación Social de una institución de educación superior de la ciudad de Medellín, se definió realizar una consultoría que permitiera identificar y diseñar un modelo de negocio para su mejor desarrollo e implementación. En la modalidad de consultoría se eligió el método del *estudio de caso*: “Una pregunta o cuestionamiento empírico que investiga un fenómeno contemporáneo en un contexto de la “vida real”, específicamente cuando las fronteras entre el fenómeno y el contexto no son evidentes” (Yin, 1994, p. 13). En las ciencias administrativas “los estudios de casos pueden ser empleados para documentar las experiencias que se llevan a cabo en las empresas y permiten obtener explicaciones (...) de los resultados basados en los datos”. (Castro 2010, p. 43). Bajo este método se consideró en el diseño, el proceso de preparación y recolección de la información, su análisis y reporte de los

resultados.

Una vez definido el diseño de estudio de caso, y para dar cumplimiento a los objetivos, primero, se identificaron conceptos claves alrededor del tema de interés, relacionados con la innovación social en educación superior y el modelo de negocio, herramienta de gestión útil para la identificación de la generación de valor, conceptos que fueron presentados en el marco conceptual. Lo segundo, fue la recolección y análisis de la información requerida para el diagnóstico; mediante estudio exploratorio para la obtención de datos cualitativos y cuantitativos (Salinas y Cárdenas, 2009). En un tercer momento, se desarrolla el modelo de negocio propiamente con el uso de herramientas administrativas como el método de CANVAS de Osterwalder y Pigneur (2011), método en las etapas de movilización, comprensión y diseño, entregable central de este proyecto, y finalmente, el cuarto y último paso, consistió en la presentación de los resultados para su validación.

5. Resultados

Las actividades de la consultoría a través del método de estudio de caso han permitido contar con resultados relacionados con el estudio exploratorio, y la presentación del modelo a los responsables del Proceso de Innovación Social de la institución para ajustes. A continuación, se describen estos dos elementos:

5.1. Estudio exploratorio

Para el estudio exploratorio se realizan dos encuestas, un grupo focal, y entrevista centrada en el problema, como se presenta en la tabla 1.

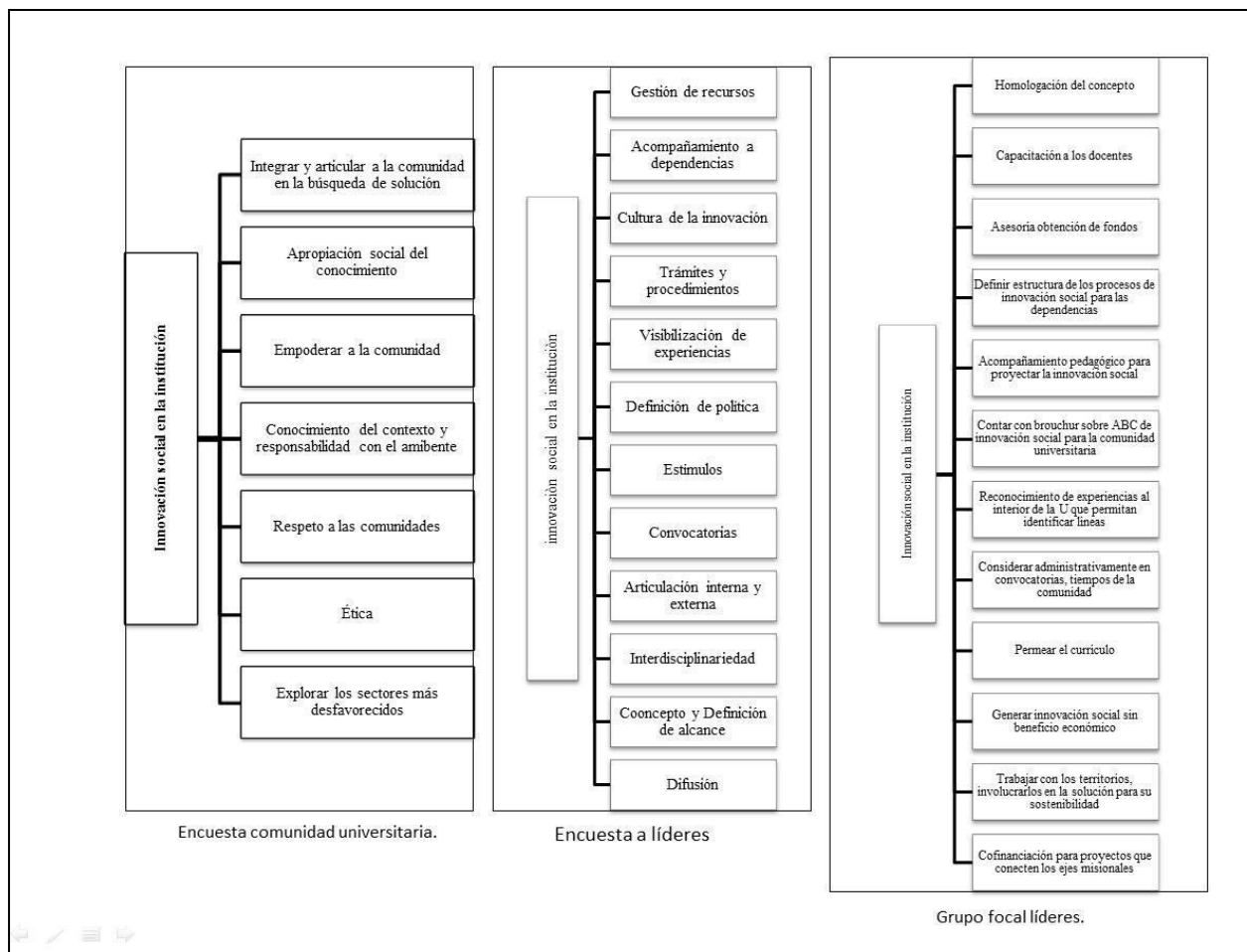
Tabla 1. Fuente de información primaria del estudio.

Fuente	Dirigido a	Modalidad aplicación	Aspectos explorados	Criterios de evaluación de encuestas por expertos	Población objeto	Personas que responden
<u>Encuesta 1:</u> Exploración saberes e iniciativas de innovación social en la Institución	Comunidad universitaria	Virtual (formulario Google)	-Datos personales, sociodemográficos y de vínculo con la Institución -Saberes relacionados con el concepto de innovación social -Saberes y recomendaciones relacionadas con iniciativas de innovación social en la Institución	-Responde al aspecto que se quiere evaluar -Es claro y comprensible -Es necesario para identificar el aspecto que se quiere valorar -No requiere modificación -observaciones	5.000	41
<u>Encuesta 2:</u> Exploración saberes y prácticas de innovación social en la Institución	Líderes de la Institución	Virtual (formulario Google)	-Datos personales, sociodemográficos y de vínculo con la Institución -Saberes relacionados con el concepto de innovación social -Saberes, conocimientos y recomendaciones relacionadas con prácticas de innovación social en la Institución	-Responde al aspecto que se quiere evaluar -Es claro y comprensible -Es necesario para identificar el aspecto que se quiere valorar -No requiere modificación -observaciones	44	8
Grupo Focal	Líderes de de la Institución	Presencial	-Actividades futuras y recomendaciones para el desarrollo de la innovación social en la institución	No aplica	44	18
Entrevista centrada en el problema	Equipo de trabajo del Proceso de Innovación Social	Presencial	-Entrevista semiestructurada -Aplicación de herramienta administrativa CANVAS	No aplica	2	2

Fuente: Elaboración propia, 2018

La información obtenida en las encuestas aplicadas y el grupo focal permite identificar necesidades y características en relación con la innovación social a considerar en la formulación del modelo de negocio que se presentan en la figura 1. Cabe resaltar como hallazgos generales, la relevancia nombrada de la participación como característica esencial de la innovación social, la necesidad de fortalecer la gestión de recursos para el desarrollo de iniciativas, y del acompañamiento pedagógico para el ejercicio de la innovación social y su divulgación en la comunidad.

Figura 1. Características del proceso de innovación social a considerar en la Institución



Fuente: Elaboración propia, 2018

Se considera, además de lo descrito anteriormente, información de los responsables del proceso sobre actividades desarrolladas actualmente, y proyectadas (Guerras y Navas, 2015), obtenida a través de entrevista centrada en el problema, y aplicación de la herramienta administrativa CANVAS, en las etapas de movilización, comprensión y diseño propuestas por Osterwalder y Pigneur (2011). El análisis que se realiza permite configurar la siguiente propuesta de modelo de negocio bajo el método CANVAS en la figura 2.

Figura 2. Modelo de negocio para el proceso de innovación social de la Institución.

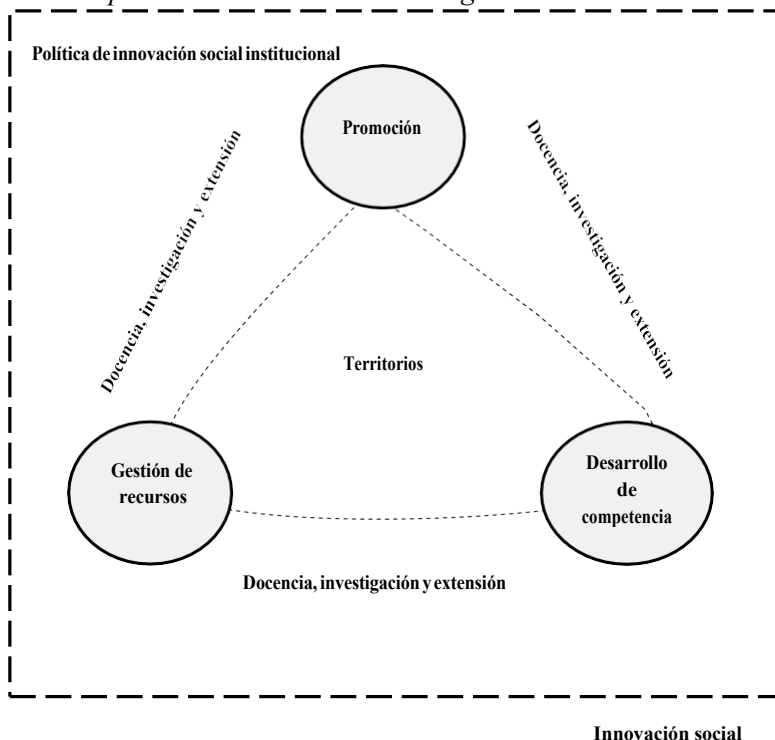
<p>Asociaciones clave 🏠</p> <p>Aliados externos:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Instancias de naturaleza privada: <ul style="list-style-type: none"> -Nacionales: fundaciones, corporaciones, universidades, redes, clúster -Internacionales: ONU, PNUD, fundaciones, corporaciones, Redes, Clúster *Instancias de naturaleza pública: <ul style="list-style-type: none"> -Nacionales: Estado, Secretarías del Estado, Gobernaciones, Alcaldías, Universidades -Internacionales: Universidades, Organismos estatales *Líderes Comunitarios *Expertos nacionales e internacionales *Comunidades o grupos / interesados <p>Aliados internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Dependencias académicas y administrativas *Profesores, estudiantes, egresados, investigadores, administrativos *Grupos de investigación/ extensión *Académicos expertos *Prácticas académicas universitarias 	<p>Actividades clave ⚙️</p> <ul style="list-style-type: none"> *Gestión de recursos para la sostenibilidad del proceso y cumplimiento de sus objetivos *Promoción de la innovación social *Desarrollo de competencias para el ejercicio de la innovación social 	<p>Propuesta de valor ♥</p> <p>Fomento de capacidades y recursos para el desarrollo de prácticas institucionales de innovación social territorial que contribuyan con el cierre de las brechas sociales</p>	<p>Relación con los clientes 📞</p> <p>Indirecta</p> <ul style="list-style-type: none"> -Publicaciones virtuales o impresas (revistas, boletines, página web, etc.) -Plataforma de innovación abierta -Convocatorias <p>Directa presenciales y virtuales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reuniones individuales y grupales con aliados, y/o clientes. -Trabajo colaborativo / red -Cocreación, coworking, laboratorios, talleres -Eventos de formación y sensibilización 	<p>Segmento de Clientes 🧑</p> <p>Sector académico</p> <ul style="list-style-type: none"> *Interno: Comunidad universitaria de la institución: profesores, estudiantes, grupos de investigación, unidades académicas/administrativa, egresados. *Externo: Sector educativo local, nacional e internacional <p>Organizaciones públicas o privadas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Con necesidad de intervención o acompañamiento del proceso de innovación social *Con posibilidades de financiación <p>Actores e instituciones del Estado</p>
<p>Costes 🏠</p> <p>Fijos: <u>Talento Humano tiempo completo:</u> Responsable del Proceso, Profesional de apoyo-Asistentes, Facilitador profesional actividades de promoción, Facilitador profesional actividades desarrollo competencias, Tecnólogo administrativo. <u>Talento Humano medio tiempo:</u> Comunicador, Profesional de analítica. <u>Técnicos y logísticos:</u> Equipos de cómputo, software de diseño y de analítica, material educativo y de cocreación, espacio de trabajo de actividades grupales e individuales</p> <p>Variables: <u>Talento humano:</u> Facilitadores según actividades promoción y desarrollo, modalidad outsourcing-Asesores metodológicos y teóricos. <u>Técnicos y logísticos:</u> Transporte desplazamientos para asesorías, material pedagógico o de trabajo requerido</p>	<p>Recursos claves ⚙️</p> <p>*Técnicos y logísticos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Espacio de trabajo que facilite el acceso a datos y la cocreación -Herramientas para la transmisión de conocimiento y relacionamiento con la comunidad <p>*Humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Profesores e investigadores de apoyo -Equipo humano de trabajo -Redes de cooperación -Activos de conocimiento <p>*Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Soporte institucional -Cooperación internacional 		<p>Canales de comunicación 📡</p> <ul style="list-style-type: none"> *Agentes de cooperación nacionales e internacionales. *Medios y canales de comunicación institucionales *Ruedas de innovación social locales nacionales o internacionales *Portafolio de innovaciones sociales. *Brochure de lo que se hace en el proceso de innovación social *Líderes de la comunidad académica y administrativa de la institución *Redes sociales. *Radio *Redes de trabajo 	<p>Fuentes de ingreso 🏠</p> <ul style="list-style-type: none"> *Proyectos nacionales e internacionales *Convocatorias nacionales e internacionales *Cooperación nacional e internacional *Ecosistema Gestión Tecnológica *Fondos privados *Venta de servicios/productos

Fuente: Elaboración propia, 2018

5.2. Presentación del modelo y ajustes

La presentación del modelo a los responsables del Proceso, confirma las tres líneas/estrategias propuestas, nombradas en el lienzo anterior como actividades claves, y que responden a las actividades presentes y futuras identificadas durante el estudio de caso. Igualmente, el estudio exploratorio permite reconocer características en la estructura del modelo de negocio para el proceso de innovación social, representado en la figura 3, que hace énfasis en el enfoque territorial, en la necesidad de desarrollar la política institucional de innovación social, y en la articulación requerida de docencia, investigación y extensión para hacer posible una cultura de la innovación social que contribuya con la transformación de los territorios hacia la calidad de vida y el bienestar, en un modelo de negocio abierto, colaborativo y con enfoque territorial.

Figura 3. Representación de líneas/estrategias del Proceso de Innovación Social.



Fuente: Elaboración propia, 2018

El qué y cómo del Proceso de Innovación Social, de acuerdo con el estudio realizado, debe estar articulado a los recursos y capacidades de la institución, en constante realimentación, y posibilitando que la institución pueda transformar y generar cambios en múltiples dimensiones: científica, tecnológica, y social.

6. Discusión y análisis

Las condiciones de desigualdad y de desarrollo, posibilitan en Latinoamérica un crecimiento de la innovación social como estrategia para afrontar y/o resolver los efectos que dichas condiciones generan en la calidad de vida de las personas y comunidades. Así lo muestra también el informe que realiza la CEPAL (Comisión Económica Para América latina) de la División de Desarrollo social de las Naciones Unidas, que reúne 4.800 experiencias de veinte países de Latinoamérica (Rodríguez y Alvarado, 2008), experiencias que pertenecen a distintos sectores de la economía y la sociedad.

Aunque sobre innovación en Latinoamérica, no hay consenso sobre el concepto, y son diversos sus enfoques, “el nuevo paradigma sugiere que las universidades deberían actuar como catalizador del desarrollo, lo que implicaría una nueva valorización de los procesos de innovación social, tanto en América Latina como en Europa”. (Fernández, Martos, y Gierhake, 2016, p. 19).

Villa y Melo (2015), recuerdan la adopción de la innovación social por el Gobierno de

Colombia desde el año 2007, su inclusión posterior en el Plan de Desarrollo Nacional, la División de innovación social en el gobierno, entre otras acciones que evidencian el reconocimiento de la innovación social como estrategia de desarrollo del país.

En el modelo de negocio propuesto para la institución, se identifica como propuesta de valor, el fomento de capacidades y recursos para el desarrollo en los territorios de prácticas institucionales de innovación social que contribuyan con el cierre de las brechas sociales. Martínez (2017), hace alusión a la importancia de considerar no sólo los medios, sino además los fines en la innovación social “está inscrito tanto en el cómo (los procesos se hacen de manera participada y con procedimientos novedosos) y en el por qué (los objetivos sociales a lograr eran desatendidos o mal administrados).” (p. 62). Sobre este procedimiento para la implementación de la innovación social, tanto las percepciones brindadas en el estudio exploratorio, como lo considerado en el prototipo de modelo de negocio, y en la representación de sus líneas estratégicas, hacen énfasis en la participación.

La hibridación del desarrollo económico y el bienestar en el campo de lo social es un campo, que, según Martínez, González y Nieto, está por explorar. (2015). La comunidad que participó en el estudio exploratorio también hace alusión a dicho fenómeno, y da cuenta de la necesidad de implementar estrategias desde el modelo de negocio que permitan la sostenibilidad de las actividades realizadas, considerándose en el modelo de negocio la importancia de la gestión de recursos, pero también de las asociaciones claves.

Se resalta también en la representación de las líneas estratégicas del modelo, como centro lo territorial, que es para la institución una apuesta de su nuevo plan de desarrollo, y que igualmente es resaltado por Morales (2009) como parte del recurso que la innovación social tiene en su contexto.

Cabe finalmente resaltar la riqueza y necesidad de la interdisciplinariedad, que se identifica en el prototipo del modelo de negocio, pero también en lo nombrado por quienes participaron en el estudio exploratorio. Como considera Martínez (2017), las nuevas tendencias de innovación social hacen de la innovación social una innovación interdisciplinar, transversal y transferible, que configuran un nuevo ecosistema.

7. Conclusiones y Recomendaciones

El Proceso de Innovación Social de la institución, se encuentra, de acuerdo con los responsables entrevistados, en un período de identificación y definición de una cadena de valor que responda al carácter público y visión institucional. Este momento de organización del Proceso, le da la posibilidad de explorar, en el escenario de la presente consultoría, las actividades que lo constituyen, y el tipo de relación que considera que debe tener con sus clientes.

La participación de la comunidad universitaria en el diagnóstico, si bien es mucho menor a la esperada, permite abordar elementos claves para el diseño del modelo de negocio; se identifican necesidades de la promoción de la innovación social, y reconocimiento del hacer de la institución en el campo de la innovación social.

Los participantes de este estudio hacen énfasis en la importancia de identificar inicialmente qué entiende la institución por innovación social, como ruta de partida para la co-construcción y promoción de iniciativas de innovación social en la comunidad universitaria, identificación relevante cuando se considera que el plan de desarrollo y plan de acción institucional definen entre sus objetivos y actividades el ejercicio de la innovación social, escenario que implica consolidar el modelo de negocio que orientará las acciones que se realicen.

Es relevante en las encuestas, el llamado a realizar desde la institución, una innovación social que tenga el sello del conocimiento que se construye. Se considera en este sentido clave el capital científico y tecnológico para el liderazgo institucional en el campo de la innovación social.

La información obtenida permite también identificar elementos claves que el Proceso de Innovación Social debe considerar en su modelo de negocio, como los relacionados con la participación, la colaboración, la definición de una política de innovación social, el acompañamiento a la implementación de la innovación social en las unidades académicas, la capacitación en la gestión de recursos que permita empoderar a los actores institucionales en la búsqueda de recursos, el reconocimiento en las prácticas de innovación social de las condiciones y características territoriales, y la generación de un modelo de negocio que permita considerar gratuidad a las comunidades.

En la aplicación del método de diseño de modelo de negocio de Osterwalder y Pigneur, se identifica la propuesta de valor, y los elementos que posibilitan su implementación. Estos elementos relacionados con los clientes, actividades claves, entre otros, si bien han sido definidos con el alcance deseado para el Proceso de Innovación Social, y considerados por los responsables del Proceso como los elementos que describen el modelo, requieren de la aprobación institucional.

La presentación de los resultados a los responsables del Proceso de Innovación Social, permite ajustar la propuesta de valor en el énfasis que se le da a lo territorial, y precisar la clasificación de clientes.

Se evalúa igualmente que el desarrollo de Proceso de Innovación Social en la institución requiere:

- Profundizar en el relacionamiento con el cliente y fortalecer las alianzas a través de redes internas y externas a la institución.
- Propender por la articulación de la innovación social con los currículos, y la gestión de una directriz institucional que promueva el desarrollo de iniciativas en innovación social integradas con la docencia y la investigación.
- Socializar en la institución, el Proceso de Innovación Social, el concepto de innovación social, y las condiciones y características que la diferencian de otras prácticas sociales.
- Evaluar la utilización de plataformas o bolsas de financiamiento que oferten al medio iniciativas para ser apoyadas económicamente.
- Implementar un modelo de negocio abierto, de trabajo colaborativo y en red, que propenda por el beneficio de las comunidades.

8. Referencias bibliográficas

- Abreu, J. L. (2011). Innovación social: conceptos y etapas. *Daena: International journal of good conscience*, 6(2), 134-138. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/8019>
- Abreu, J. L., y Cruz, J. G. (2011). Modelos de Innovación Social. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 6(2), 205-217. Recuperado de [http://www.spentamexico.org/v6-n2/6\(2\)205-217.pdf](http://www.spentamexico.org/v6-n2/6(2)205-217.pdf)
- Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 5(13), 9-25. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162016000200008&lng=es&tyt=es
- Arend, R.J. (2013). El modelo de negocio: presente y futuro, más allá de un skeumorph. *Organización estratégica*, 11 (4), 390-402. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/1476127013499636>
- Buckland, H., y Murillo, D. (2014). La innovación social en América Latina. Marco conceptual y agentes. *Instituto de Innovación social. ESADE*. Recuperado de http://proxymy.esade.edu/gd/facultybio/publicos/1431613105032_ESADE-FOMIN-La-innovacion-social-en-America-Latina-Marco-conceptual-y-agentes-1.pdf
- Castro, E. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de administración*, 1(2), 31-54.
- Comisión Europea. (1995). Libro verde de la innovación. Bruselas: Unión Europea. Recuperado de <http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO11925/libroverde.pdf>
- Conejero, E., y Redondo, J. C. (2016). La innovación social desde el ámbito público: Conceptos, experiencias y obstáculos. *Gestión y análisis de políticas públicas*, (15). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.24965/gapp.v0i15.10310>
- Demil, B., y Lecocq, X. (2009). Evolución de modelos de negocio: Hacia una visión de la estrategia en términos de coherencia dinámica. *Universia Business Review*, 3(23). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3090396>
- Drucker, P.F. (1985) Innovación y emprendimiento. Práctica y principios. Harper, Nueva York. Recuperado de <http://businessnowllc.com/downloads/%5BDrucker,%201985%5D%20Innovation%20and%20Entrepreneurship.pdf>
- Elche, M. D., y González, A. (2007). Identificación de patrones de innovación dominantes en los servicios. *El comportamiento de la empresa ante entornos dinámicos: XIX Congreso anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM* (p. 32). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2476751>
- Fernández, C. M., Martos, M. S., y Gierhake, K. (Eds.). (2016). *Innovación social y conocimiento local en Latinoamérica*. Servicio de Publicación de la Universidad de Vigo. Recuperado de https://publicacions.uvigo.es/opencms/export/sites/publicacions/publicacions_gl/documentos/xndice_e_primeiro_capitulo_Innovacion.pdf
- Gurrutxaga, A. (2011). Condiciones y condicionamientos de la innovación social. *Arbor* 187(752), 1045-1064. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2011.752n6003>
- Hernández, I. D., y Sánchez, O. (2014). Innovación social abierta en el diseño de una política y estrategia de formalización sostenible: un caso colombiano de gobierno colaborativo. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 22(2), 47-61. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-68052014000200004&lng=es&tyt=es
- Hernández, J., Tirado, P., y Ariza, A. (2016). El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, (88). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6188202>
- Ketelhöhn, N., y Ogliastri, E. (2013). Introducción: innovación en América Latina. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 26(1), 12-32. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/ARLA-05-2013-0037>
- Kubr, M. (1997). La consultoría de empresas: guía para la profesión. *Ginebra: OIT*. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=SIDINA.xis&method=post&formato=2&ycantidad=1&yexpresion=mn=001341>
- Lugones, G. (2000). ¿Manual de Oslo o Manual Latinoamericano? Reflexiones a partir de la Encuesta Argentina sobre Conducta Tecnológica de las Firms Industriales. *Redes*, 7(16). Recuperado de

- <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90701601>
- Martínez, X. (2017). Innovación social: orígenes, tendencias y ambivalencias. *Sistema: revista deficiencias sociales*, 247, 61-88. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6062961>
- Martínez, E., Velez G., Pérez, A.N. y Cardona, R. (2017). La innovación social en el sistema de innovación universitario como estrategia de relación entre la universidad y la sociedad. Recuperado de DOI: 10.13140/RG.2.2.15528.88324
- Morales, A. C. (2009). Innovación social: un ámbito de interés para los servicios sociales. *Zerbitzuan: Gizarte zerbitzuetarako aldizkaria= Revista de servicios sociales*, (45), 151-175. Recuperado de <http://www.zerbitzuan.net/documentos/zerbitzuan/12.pdf>
- Morales, M. E., Ortíz, C., y Arias, M. A. (2012). Factores determinantes de los procesos de innovación: una mirada a la situación en Latinoamérica. *Revista EAN*, (72), 148-163. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n72/n72a10.pdf>
- Morales, E., Martínez, N.F., y Carrillo, S.A. (2015). De la consultoría a la intervención, algunas consideraciones. *Revista Gestión y estrategia*, (48), 39-56. Recuperado de <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9hyAN=114264255&lang=es&site=eds-live>
- Morales, S. T., y Giraldo A.S. (2015). Análisis de una innovación social: el Comité Universidad Empresa Estado del Departamento de Antioquia (Colombia) y su funcionamiento como mecanismo de interacción. *Revista Innovar*, 25(56), 141-152. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v25n56/v25n56a11.pdf>
- Mulgan, G. (2006). El proceso de innovación social. *Innovaciones: tecnología, gobernanza, globalización*, 1 (2), 145-162. Recuperado de <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/itgg.2006.1.2.145>
- Murray, R., Caulier-Grice, J., y Mulgan, G. (2010). El libro abierto de la innovación social (2010). *Tercer Sector*, 233. Recuperado de <https://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2012/10/The-Open-Book-of-Social-Innovation.pdf>
- Guerras, LA. y Navas, JE, (2015). La Dirección Estratégica de la Empresa. Teoría y Aplicaciones. Barcelona: Civitas OCDE (1997). Oslo Manual-The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. *Organization for Economic Co-Operation and Development: Paris*.
- OCDE (2005). Manual de Oslo. *Guía para la recogida e Interpretación de datos sobre Innovación. Comunidad Europea*.
- Olavarieta, S., y Villena, MG (2014). La innovación y la investigación empresarial en América Latina: una visión general. *Revista de Investigación de Negocios*, 67 (4), 489-497. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/128763/Innovation-and-business-research-in-Latin-America-An-overview.pdf?sequence=1>
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2011). Generación de modelos de negocio. *Grupo Planeta, Madrid*.
- Ovalle, O. O., Hernández, S., y Apocada, L. E. (2014). Modelos de negocio en el contexto de la innovación social. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 1(2). Recuperado de <http://pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/163>
- Parada, J. E., Ganga, F. A., y Rivera, Y. Y. (2017). Estado del arte de la innovación social: una mirada a la perspectiva de Europa y Latinoamérica. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (82), 563-587. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/310/31053180025/>
- Porter, M. (1980). Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores. *PIRAMIDE: Bogotá*.
- Ricart, J. E. (2009). Modelo de Negocio: El eslabón perdido en la dirección estratégica. *Revista de Negocio Universia*, (23), 12-25. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/433/43312282002.pdf>
- Rodeiro, D., y López, M. C. (2007). La innovación como factor clave en la competitividad empresarial: un estudio empírico en pymes. *Revista galega de economía*, 16(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/391/39116201/>
- Rodríguez, A., y Alvarado, H. (2008). *Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe*. Cepal. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/2536>
- Salas, V. (2009). Modelos de negocio y nueva economía industrial. *Revista de Negocios Universia*, (23), 122-143. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43312282009> Salinas y Cárdenas 2009

- Ramirez, M. del P., y Valderrama, M. (2010). La Alianza Universidad-Empresa-Estado: una estrategia para promover innovación. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, (68), 112-133. <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n68/n68a09.pdf>
- Schumpeter, J. (1935). Análisis del cambio económico. *The Review of Economics Statistics*, vol XVII n° 4, mayo 1935, pp 2-10. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/textos/schump/index.htm>
- Tardé. (1897). Las leyes sociales. Traducción de G. Núñez de Prado. Casa editorial Sopena, Barcelona (Reproducción fotográfica Biblioteca de la Facultad de Derecho de la Universidad de Sevilla)
- Unión Europea (1999). Declaración de Bolonia. *Declaración conjunta de los ministros europeos de educación. Bolonia*. Recuperado de <http://eees.umh.es/contenidos/Documentos/DeclaracionBolonia.pdf>.
- Velasco, E., y Zamanillo E. (2008). Evolución de las propuestas sobre el proceso de innovación: ¿Qué se puede concluir de su estudio? *Investigaciones Europeas de dirección y economía de la empresa*, 14(2), 127-138. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60027-6](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60027-6)
- Villa, A. V. (2014). La innovación social en el ámbito universitario: una propuesta para su diagnóstico y desarrollo. *Revista Argentina de Educación Superior*, (8), 188-218. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4753907>
- Villa, L., y Melo, J. (2015). *Panorama actual de la innovación social en Colombia*. Banco de Desarrollo Interamericano. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Panorama-actual-de-la-innovaci%C3%B3n-social-en-Colombia.pdf>
- Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos. *Applied social research methods series*, 5(2).

Why startups fail in emerging entrepreneurial ecosystems

Fernando Antonio Monteiro Cristoph D'Andrea
Federal University of Rio Grande do Sul, Management School, Brazil
dodandrea@gmail.com

Diego Alex Gazaro dos Santos
Federal University of Rio Grande do Sul, Management School, Brazil
diego.gazaro@ufrgs.br

César Vinícius Pereira Costa
Federal University of Rio Grande do Sul, Management School, Brazil
cesarvpcosta@gmail.com

Aurora Carneiro Zen
Federal University of Rio Grande do Sul, Management School, Brazil
aurora.zen@ufrgs.br

Abstract

Innovation is key to the economic and social development of any geographical area. Entrepreneurs are the actors responsible for innovation and startups (technology-based companies with high potential for growth and impact) are usually associated with the existence of entrepreneurial ecosystems. This paper aims at understanding why startups fail in an emerging entrepreneurial ecosystem. To achieve the goal, we performed an exploratory research in which entrepreneurs whose startups had failed in the emerging entrepreneurial ecosystem of Porto Alegre, Brazil were interviewed. The insights from the interviews are used to generate ideas on how the different domains of an emergent entrepreneurial ecosystem may influence on startup mortality and to provide possible avenues of improvement for the ecosystem itself. The results show that this particular ecosystem could be much better in avoiding the failure of startups. Policy and Finance are the most problematic areas, while the presence of high-level Human Capital is seen as the strongest point. Culture, Support and Markets are the three middle-ground dimensions. They need improvement, but they are not as bad as the two first ones. A lot of ground remains to be covered in understanding the emergent entrepreneurial ecosystems and especially the failure of startups on these environments. It is necessary to further understand those ecosystems are related to the overall economic situation of the country and especially how better public policy could positively impact.

Keywords

Entrepreneurial Ecosystem; Startup Failure; New Venture Failure; Innovation; Emerging Markets.

1. Introduction

Innovation is key to the economic and social development of any geographical area, and consequently is needed for the improvement on the average quality of life enjoyed by the members of any society. The entrepreneurial judgment and consequent action (Foss & Klein,

2012, 2017) is what will give rise to innovation which is a consequence of actions taken by a particular set of individuals, the entrepreneurs. Therefore, entrepreneurs, in a broad sense, are essentially innovators.

In this paper, we consider that the main instrument by which entrepreneurs can create value through innovation are startups, that is, new ventures in the process of discovery, development and undertaken of economically viable and scalable business models to [create and] explore marketplace opportunities (Ehrenhard, Wijnhoven, van den Broek, & Zinck Stagno, 2017). However, these kinds of businesses face several challenges in the early stages of their life cycles and many of them fail (Kürcher & Durstmüller, 2019). One of the main causes for these failures is a lack of support from the external environment (Nair & Blomquist, 2019).

The set of environmental conditions that may influence the creation, growth and perpetration of new ventures (Isenberg, 2011) is called entrepreneurial ecosystem. Well developed entrepreneurial ecosystems stimulate the creation of highly successful and impactful ventures that serve as inspirations for a new wave of entrepreneurs (Autio, Kenney, Mustar, Siegel, & Wright, 2014) in a self-fulfilling virtuous cycle. However, if not good enough, entrepreneurial ecosystems may also contribute for startup's negative outcomes. Therefore, it becomes necessary to understand how ecosystems may influence startups failure.

Thus, while many studies seek to identify how entrepreneurial ecosystems are able to foster the emergence of successful entrepreneurs and startups (Roundy, Brockman, & Bradshaw, 2017; Stam, 2015), this paper contributes to the literature from a different perspective. Here we aim to provide insights on how the different domains of an entrepreneurial ecosystem may influence on its startup mortality and use those insights to provide possible avenues of improvement for the ecosystem itself.

For that purpose, we focus our analysis on the entrepreneurial ecosystem domains: Policy, Finance, Culture, Support, Human Capital, and Markets (Isenberg, 2010). This exploratory and qualitative study adopts this point of view to look at the entrepreneurial ecosystem of Porto Alegre, one of the most important cities in Brazil, and uses it as a proxy to similar emergent ecosystems.

2. Entrepreneurial Ecosystems: A Theoretical Framework

The socio-economic configuration that facilitates the raising of new ventures with high growth potential is called entrepreneurial ecosystem (EE). Thus, EE can be defined as a set of interdependent actors and factors that, through their agents, act in a coordinated way to enable productive entrepreneurship within a particular territory (Spigel & Harrison, 2018). A well-functioning entrepreneurial ecosystem must be able to foster the emergence of new high-impact businesses, the startups. One of the most acknowledged and widespread models of an entrepreneurial ecosystem (Stam, 2015) is the one by Isenberg (2010), which argues that EEs can be divided in 6 inter-related domains: Policy, Finance, Culture, Supports, Human Capital, and Markets.

On the Policy dimension, government must feed the ecosystem (Stam, 2015) especially through the promotion of better conditions for entrepreneurship to prosper (Mason & Brown, 2014). One of the Government's main responsibilities is to reduce, ideally eliminate, the constraints to entrepreneurial action. Things such as taxes payment simplification, legislation facilitating and decriminalizing bankruptcy, protection of shareholders over creditors, as well as

legislation dealing with and protecting business angels, easier access to capital markets (including creation and liberalization), simplification of employment contracts, and support for the unemployed, are some of the possible actions that theoretically support entrepreneurial activity and that depend upon policy makers to be putted in place (Autio et al., 2014). However, governments are just a part of the ecosystem and alone they are incapable of fostering the whole entrepreneurial process. Other ecosystem leaders, such as experienced or serial entrepreneurs, which may serve as mentors for new entrepreneurs (Mason & Brown, 2014), must contribute to its evolution as well (Isenberg, 2010).

The Finance domain deals with the availability, access, and visibility of financial resources, such as seed capital, angel investment, venture capital and bank loans (Stam, 2015). Only by having access to finance, startups will be able to grow, and without such access, promising ideas will starve (Kshetri, 2014). However, money is not the only important asset that comes with the investment. Mentorship, workplace, networking, and access to consumers are also crucial for a well- functioning entrepreneurial ecosystem (Zahra, Wright, & Abdelgawad, 2014).

Culture emphasizes the influence of the general attitude towards entrepreneurship. The culture of a particular environment will be highly influential in the propensity of people to take the entrepreneurial risk and face uncertainty and possible failure and all its consequences. Failure is a natural part of the entrepreneurial (and innovation) process and it is a common step in entrepreneurs' careers before they reach success (Isenberg, 2010). Hence, societies that aim higher levels of socioeconomic development must value entrepreneurship and must learn to deal positively with failure. The spread of successful stories, the existence of entrepreneurship events, competitions and prizes, and positive media for the entrepreneurs can encourage others to become entrepreneurs (Isenberg, 2010).

The fourth domain is Support, which refers to actors that foster the connections on the EE and back new businesses up, providing infrastructure and support services. Thus, Support can be divided in three major groups: infrastructure providers, non-government entities, and service providers. The first group includes the telecommunication, transportation, logistics, coworking spaces, energy and science parks (Isenberg, 2010) as well as safety conditions in emergent economies (Endeavor Brasil, 2017). Non-government entities include business accelerators, hubs and business incubators (Arruda, Nogueira, Cozzi, & Costa, 2015). Finally, professionals and service providers such as lawyers, accountants, consultants, software developers and hardware suppliers are in the last group (Mason & Brown, 2014).

The Human Capital is the fifth dimension of the ecosystem and refers to the availability of skilled workers, whom will increase the competitiveness of new ventures (Florida, 2002). Therefore, this domain highlights the importance of highly qualified training and education for present and future workers in the ecosystem, given that the most entrepreneurial regions are those with the most skilled workers (Zahra, Wright and Abdelgawad, 2014) and which are also capable of attracting high-skilled professionals from other regions (Neck, Meyer, Cohen, & Corbett, 2004). In that realm, the presence of educational institutions, mainly high-level universities, is seen as crucial to the success of the ecosystem.

The last domain is Markets. It emphasizes the benefits startups could derive from networks and the relationships with larger corporations. Larger companies may serve as clients, partners and investors for startups. Also, they can usually attract high skilled people to the area as well as qualify new professionals that might end up working for/funding startups. Those larger companies can also create programs to foster the emergence of new ventures. Moreover, some of them invest directly, providing resources, workspace, and commercial

opportunities – as first clients for instance. This relationship between larger corporations and startups encourages new ventures through knowledge spillovers and it becomes source of information, resources, and access to markets (Zahra et al., 2014). Also, networks allow entrepreneurs to access new opportunities (Faroque, Morrish, & Ferdous, 2017) and learning, which is facilitated by the geographical proximity (Fu, Revilla, Diez, & Schiller, 2013).

Therefore, these dimensions point to the elements an EE must have to facilitate the thriving of startups. However, every entrepreneurial ecosystem is peculiar to each context (Spigel, 2017), and although good practices may be similar between ecosystems, it is not possible to have a final model. Here, we understand that emergent entrepreneurial ecosystems are the ones in emerging economies that have to face the institutional drawbacks typical of those territories (Gaughan, Javalgi, & Young, 2018). We consider that such ecosystems may have peculiar characteristics in relation to the death of new businesses, since the failure of startups is highly contextual and influenced by the localization of the venture itself (Nair & Blomquist, 2019).

3. Startup Failure in Entrepreneurial Ecosystems

According to Nummela, Saarenketo & Loane (2016), startup failure can be viewed as a result of unexpected events or avoidable errors leading to an undesirable outcome (startup closure), which includes insolvency, bankruptcy, poor performance as well as other insights about what entrepreneurs consider a failure. Besides individual mistakes made by the entrepreneur, there are also problems outside of entrepreneur's control that causes the death of a venture (Cardon, 2011). Thus, we use Isenberg's (2010; 2011) model for understanding the influence of the entrepreneurial ecosystem on the circumstances that entrepreneurs have faced determining their startup failure (Jenkins & McKelvie, 2016).

In the Policy domain, failure often come from public policies or macro-environment not conducive to entrepreneurship. Thus, startup may fail as a consequence of a lack of support from the government, i.e., when the legal, regulatory, financial and political frameworks do not correspond to the needs of the startup (Carter & Wilton, 2006). However, these conditions are contextual, and these unavoidable factors (by the point of view of the entrepreneurs) can vary substantially from place to place (Maté-Sanchez-Val, López-Hernandez, & Fuentes, 2018). These differences must be considered in government strategies to improve entrepreneurship policies (Cardon, Stevens, & Potter, 2011).

Among the types of failures, the most common in the absence of financial capital is bankruptcy, which can occur when there is no more money available to invest in that particular startup, whether seed money, angel investment, debt, investment from accelerators or other kinds of financing (Spigel, 2017), such a situation limits the capacity of operation and consequently jeopardizes the survival of the business (Kshetri, 2014). Therefore, in the Finance domain, the lack of financial capital may lead a startup to insolvency or cause its early death (Schwarzkopf, 2016). On the other hand, a high rate of startup failure in the ecosystem may negatively influence the subsequent supply of financial capital for new ventures (Nair & Blomquist, 2019).

The Culture domain, in turn, may encourage entrepreneurs who have failed and help them to avoid the fear of (a new) failure (Spigel, 2017). Failing may have an important role, as it provides learning opportunities (Jenkins & Mckelvie, 2016), entrepreneurs also have to face

financial, social and psychological costs as their startup dies. Moreover, failure may be an emotionally traumatic experience (Ucbasaran, Shepherd, Lockett & Lion, 2013).

In the Support domain, entities must help startups prevent failure especially through knowledge and opportunities to learn from past mistakes of other ventures in other places. These support institutions, especially in the case of business incubators, also contribute to startups survival enhancing their social capital through networks and to their access to physical, financial, human, knowledge and technological resources. In complex and uncertain environments, mobilizing sufficient resources, securing legal recognition, creating awareness among potential customers, and negotiating favorable terms with stakeholders are crucial steps for startups (Nair & Blomquist, 2019), ones in which incubators may help a lot. On the other hand, both the support institutions and the support professionals may help entrepreneurs to prevent errors in contract design, avoid costs of not adopting a formal interaction with stakeholders, and also minimize the possibility of failure (Azoulay & Shane, 2001).

Lastly, the Human Capital domain may help in avoiding startup failure through training and education. Training in managing skills is especially important, since the lack of business and people managing capabilities are drivers for the failure of startups (Nummela et al., 2016; Chatterji, Delecourt, Hasan, & Koenig, 2019). Hence, this domain also highlights the importance of universities and qualification centers for the training of entrepreneurs and their human resources, so startups are less likely to fail (Maté-Sanchez-Val, López-Hernandez, & Fuentes, 2018).

Finally, in the Markets domain, a lack of a viable bridge between startups and large companies may contribute to the failure of these new ventures and also to the failure of the ecosystem itself (Auerswald, 2015). In addition, large companies may provide access to early adopters, whom are especially important for the first tests, sales, and even the survival of the startup (Schwarzkopf, 2016). Still in this domain, networks may also be crucial to the success or failure of a startup, since low network connections (Kücher & Feldbauer-Durstmüller, 2019) may hinder the information flows, knowledge spillover and access to resources towards the new ventures (Nair & Blomquist, 2019).

Moreover, what both researchers and practitioners must know about startup failure is that it has both a bad and a good side. On the negative side, besides the direct impact on the new business, the failure of startups can jeopardize the availability of resources in the ecosystem, such as financial and cultural capital. On the other hand, the knowledge spillovers generated by the death of a startup should provide learning (and possibly people and financial resources) for the others that stay on business (Nair & Blomquist, 2019). Thus, even the death of a startup may be beneficial to the ecosystem. As in biological ecosystems, in which new organisms feed on the death of others, the death of startups in EE should mean the success of others, as a result of the availability of resources and the learning provided by the failed cases (Ucbasaran, Shepherd, Lockett & Lion, 2013).

4. Method

This paper used an exploratory multi-case approach to identify why startups fail in an emergent entrepreneurial ecosystem. In-depth interviews were conducted to bring up the perceptions of former startup entrepreneurs' that were/should have been inserted in this ecosystem. The data was collected via one-to-one interviews, consisting of individual discussion sessions between interviewer and interviewees (Hair, Celsi, Ortinau, & Bush,

2008), and aiming to evoke interviewee's perceptions and opinions (Creswell, 2009) on the reasons why their startups failed and the influence of the EE on that.

Due to the inherent dynamism of the emerging entrepreneurial ecosystems, only startups that had their final activities up to second semester of 2016 were analyzed. Companies that closed activities before that time are part of an entrepreneurial ecosystem that is possibly very different from the present one. Another important characteristic to select the interviewees was success. Success was defined based on one of the two 'success indicators', either: a. at least some revenue at some point, or b. actual client acquisition via formalized contracts. Startups that closed activities before the second semester of 2016 or that do not have had at least one of those two success indicators were not considered in the analysis and their entrepreneurs were not interviewed.

Ten (former) failed startup founders from the Porto Alegre EE, selected by convenience and using a snowball approach, were interviewed. Interviewees responded to a semi structured questionnaire divided in three general areas: on themselves as entrepreneurs, on the startup that they lead and, finally, on their views on Porto Alegre's EE. The interviews were all conducted in Portuguese and took circa one 65-70 minutes each. Responses were analyzed jointly as a way to give a whole picture from the influence of the EE on the startups' failure.

5. Discussion

Brazilian entrepreneurs must face structural challenges in their ventures. Some of the numbers give a rough idea: around US\$ 250 mi were invested in startups in Brazil in 2017, against US\$ 24 bi in the US. Brazil's grade in access to venture capital is 2.5 (out of seven), Israel's is 4.7. On average, it takes almost three months to open a business in Brazil, in Singapore it can be done in less than three days. 70% of the profit in Brazil is spent on taxes. Brazilian legislation was rated 2 (out of seven) in its easiness to hire and fire personnel. The educational system is one of the worse in the world and the country is not able to attract highly educated individuals (Brasil - Secretaria Nacional de Juventude, 2018).

However, some Brazilian cities are more prone to entrepreneurs than others. Among them, São Paulo, Florianópolis and Vitória are the three most entrepreneurial ones. In this study we chose Porto Alegre as the locus of this research given the city, which has the sixth largest GDP of the country and around 1,5 million inhabitants, felt 8 positions – from 7th to 15th - in one year in the Brazilian Entrepreneurial Cities Ranking (Endeavor Brasil, 2017). Thus, we seek to analyze the conditions of this environment in relation to the failure of startups in its EE.

According to the An Lab (An Lab – Innovation Lab., 2018), Porto Alegre has more than 300 actors in its whole startup environment, including 166 startups, 36 coworking spaces, 16 incubators, 5 accelerators, 19 support entities, as well as 5 funding agents, and 16 higher education institutions. The city features also several other innovation initiatives, like the Porto Alegre's Sustainable Innovation Zone (ZISPOA), the InovaPoA, an innovation and technology office directly connected to the municipal mayor; the Poa.hub, a public incubator, and many others.

The interviews indicate that many improvements are to be made in this particular EE if it is to actually foster startup creation and development. The entrepreneurs' perspective on each domain provides some understanding of this emergent EE, and supports the development of some suggestions on how it could be improved.

Policy and Finance are probably the less developed dimensions in Porto Alegre. Since the government in Brazil has three different levels (Federal, State and Municipality), a generous change should be made in all of them to clear the path to the entrepreneurial endeavor providing less bureaucracy and easier taxes for entrepreneurs and investors. On the other hand, the presence of high-level human capital is seen as the strongest point of the Porto Alegre's ecosystem. Culture, Support and Markets are the three dimensions in the middle, they have got to improve, but their influences are not as negative as the two first ones.

Public policies initiatives were mentioned by some entrepreneurs, but it easy to notice that the policies in place are not being properly marketed by the public sphere. The government has to better communicate the available policies that could benefit the development of startups. Also, the different governmental hierarchies must work to remove the bureaucratic barriers as a way to facilitate the startup's access to markets.

Access to smart money in early stages was broadly mentioned in the research as one possible cause for failure. Financial resources give the startup more time to learn about the market and, with more time, pivoting the solution if necessary. The access to finance is complicated by the complex legislative background that must be modified to become more entrepreneurial-friendly. Still on the financial side, mentorship that comes with smart money is capable of accelerating the learning and helping entrepreneurs avoiding failures. Unfortunately, the access to financial resources also depends a lot on friendly legislation that is not easy to change. So, although smart money availability is undoubtedly positive for the success of entrepreneurial ecosystem, this is hardly in a foreseeable future in the Brazilian case.

Three of the points that were made earlier about Porto Alegre were also detected as some of the main problems in the Brazilian entrepreneurial ecosystem. The Brazilian Youth Secretary (Brasil, 2018) points to reducing the time to open a company (bureaucracy), to facilitating the access to capital via angel investment, and to spreading the word about public policy initiatives that may facilitate the entrepreneurial action, as three of the four main problems in Brazil. The fourth one is seen as lack of entrepreneurial education in the country. This shows that the results of the research are in line with the general understanding of the Brazilian situation and that in spite of the huge environmental differences in Brazil, many problems concern the country as a whole.

The average age of the entrepreneurs in the Porto Alegre ecosystem is fairly low. As demonstrated by Azoulay et. al. (2018) most successful entrepreneurs are older and carry a lot of industry and entrepreneurial experience before hitting a home-run. The past experience in entrepreneurial endeavors will be a plus for the interviewees in their possible future ventures.

The existence and development of relationships between actors seems to be very important. Better networks are capable of facilitating the access to finance, to labor and even to better public policies. The relationships throughout the ecosystem should be further understood. Networking clearly helps as the information flows occur faster and with less noise than information obtained in the market, furthermore, networks also provide freer information than the one that comes from a hierarchy (Kaneko & Imai, 1987).

Access to real-life close-by examples and networking with successful entrepreneurs both from Porto Alegre and from outside, including abroad, would be very valuable. Seeing that regular people succeed in their ventures and recognizing that they faced similar difficulties can be a breath of fresh air to the startup entrepreneurs. The network in the Porto Alegre's EE has much to improve. Business' and technology developer's networks are completely disconnected and need to be closer in order to generate more possibilities of successful collaboration. In general partners have similar backgrounds also due to that separation between the two

aforementioned fundamental areas, this must be changed. Infrastructure and educational institutions have a big role to play on that.

The general feeling is that the ecosystem as a whole is getting better little by little, but there is still a lot of room to improvements in all areas. Spaces to help in the development of early stages startups are much needed. An infrastructural organization that could provide services to would-be entrepreneurs in pre-acceleration phases of startups could be very important to the development of the whole environment. Failing and pivoting fast can help in the development of more solid business models and this could be achieved faster if there were a supporting institution to accelerate the process.

6. Practical Contributions, Limitations and Further Research

Since changing important legislation is mostly outside of the scope of municipalities, the public policy should provide a stable and safe (in terms of municipal legislation and security) environment so startups are less likely to fail. The municipality should focus in providing spaces and opportunities for networking between the current and future entrepreneurs possibly including a space/program to offer mentorship for very early stage companies. Providing funds is not advisable for two main reasons: the very complex financial situation of the municipality and; the almost certain use of political influence in the distribution of those resources.

Finance also depends on proper legislation that is outside of the scope of the municipality. In that area investors should be more capable of understanding the risks and possibilities involved in the startup environment. To do so they should learn more about the market and its peculiarities to be able not only to invest, but to participate as advisors in a number of companies. Associations of investors and the help of private institutions in the development of skills are also advisable.

The cultural aspect is harder to change. Entrepreneurs must understand the cultural environment in which they are inserted and have to try to deal with it the best they can. They have to be ready to face the environmental difficulties imposed by a more conservative background (in terms of business failure) of the people in the south of Brazil and should be capable of joining forces with people that share the same cultural norms. Private institutions and universities could support programs to try to change the mentality of their public, since it is very hard to do something like that from a broader perspective. Furthermore, local succeeded startups should be seen as role models by society. Their founders must be invited to talks and lectures in events, acceleration programs, incubators and universities.

Support has a lot to improve. Most coworking spaces, accelerators, incubators, and consultants need to work to develop the proper networks. It seems that many of those institutions are isolated and this makes it harder for the people that they aim at helping to develop better and faster. On the other hand, accountants and lawyers need to specialize and be able to deal with those newer forms of organization. One important example of the positive impact of the Support domain on startups' perpetuation is a recent study showing that circa 70% of the Brazilian startups that reach incubation phases tend to remain active (Sebrae/Checon Pesquisa, 2017).

As for the Human Capital, the most important thing is to provide information on how startups really work and try to give to the students viable alternatives to initiate their startups while in college. Furthermore, professors should be aware of the new possibilities of entrepreneurship and should, in addition to the common teachings of new-ventures, add the

startup track to their entrepreneurship courses. Also, universities should provide spaces for students from different areas to get to know each-other, generating new networks among different specialties and the social proximity (Letaifa & Rabeau, 2013) needed to foster collaboration and partnerships and eventually resulting in an academic spinoffs. Startup founders must be aware of the implications of having and choosing cofounders, especially because motivation and financial capacity to engage on the startup is fundamental.

Discussions with current and former entrepreneurs should be part of college's daily activities as a way to show to the students that success is not far away and that failure is also part of the learning process. Educational institutions should also pay attention to the formation of human capital on entrepreneurship research as well. Two of the three largest universities in the city have Master's and PhD programs on innovation, but theoretical and field research on entrepreneurship still has low visibility.

It is necessary to foment the development of entrepreneurial networks and connect the newbies to the larger companies from the beginning. The entrepreneurs have to be able to test their products and presenting prototypes to potential adopters, this could be facilitated by universities and private institutions (such as makers rooms) providing access to basic tools and network. Furthermore, the cultural aspect of the larger companies has to be considered as well. Established companies must be more open to collaborating with startups as 'angel customers'. Those initiatives have to be beneficial for the larger companies, of course, but they can be fundamental to the startups, since they end up providing capital to keep the companies rolling and client's portfolio that facilitates the acquisition of more customers.

The present work is a single study case and thus has very limited generalization capabilities, furthermore, the sample selection could lead to unintended biases. The single interview per case is also a drawback, since it does not allow triangulation, which is advisable when inferring results from interviews. To better understand the emerging entrepreneurial ecosystem phenomena, it is advisable to replicate this research in different cities across the globe. However, the prospective approach used in this paper is advisable as a first step to understand a scientific problem. For a deeper understanding of any emergent EE, and especially its relation with failure, it would be important to have a panel following startups along their different development stages and trying to understand how each of the different domains impacts their development as time passes. This paper serves as an input to further research on the same topic in similar situations and can also be used as a benchmark to compare to other studies.

There is also a lot of ground to be covered in the understanding and identification of the necessary characteristics and features of emerging entrepreneurial ecosystems. Looking at unsuccessful entrepreneurs can provide deeper insights on the reasons for failure which could be beneficial to the development of better public and private solutions to the current and future emerging entrepreneurial ecosystems.

7. References

- Acs, Z. J., Stam, E., Audretsch, D. B., & O'Connor, A. (2017). The lineages of the entrepreneurial ecosystem approach. *Small Business Economics*, 49(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9864-8>
- An Lab – Innovation Lab. (2018). Porto Alegre Startup. Retrieved August 15, 2018, from <https://classic.mapme.com/portoalegre-startup>
- Arruda, C., Nogueira, V. S., Cozzi, A., & Costa, V. (2015). The Brazilian entrepreneurial ecosystem of startups: an analysis of entrepreneurship determinants in Brazil and the perceptions around the Brazilian regulatory framework. In *Entrepreneurship in BRICS* (pp. 9–26). Springer, Cham.

- Auerswald, P. E. (2015). Enabling entrepreneurial ecosystems: Insights from ecology to inform effective entrepreneurship policy. *Kauffman Foundation Research Series on city, metro, and regional entrepreneurship*.
- Autio, E., Kenney, M., Mustar, P., Siegel, D., & Wright, M. (2014). Entrepreneurial innovation: The importance of context. *Research Policy*, 43(7), 1097–1108. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2014.01.015>
- Azoulay, P., & Shane, S. (2001). Entrepreneurs, contracts, and the failure of young firms. *Management Science*, 47(3), 337-358.
- Azoulay, P., Jones, B. F., Kim, J. D., & Miranda, J. (2018). *Age and High-Growth Entrepreneurship*. Retrieved from https://siepr.stanford.edu/system/files/Age and High Growth Entrepreneurship _ Integrated.pdf
- Bosma, N., & Kelley, D. (2019). *Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019 Global Report*. Brasil - Secretaria Nacional de Juventude. (2018). *E-Startup: Plano Nacional de Desenvolvimento de Empreendedorismo e Startups para juventude*. Brasília, DF, Brasil. Retrieved from http://juventude.gov.br/articulos/participatorio/0022/4166/Plano_Nacional_de_Startups_VISUALIZAO_2007.pdf
- Brown, R., & Mason, C. (2017). Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems. *Small Business Economics*, 49(1), 11–30. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9865-7>
- Cardon, M. S., Stevens, C. E., & Potter, D. R. (2011). Misfortunes or mistakes?: Cultural sensemaking of entrepreneurial failure. *Journal of Business Venturing*, 26(1), 79-92.
- Carter, S., & Wilton, W. (2006). Don't blame the entrepreneur, blame government: The centrality of the government in enterprise development; Lessons from enterprise failure in Zimbabwe. *Journal of Enterprising Culture*, 14(01), 65-84.
- Cavallo, A., Ghezzi, A., & Balocco, R. (2018). Entrepreneurial ecosystem research: present debates and future directions. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1– 31. <https://doi.org/10.1007/s11365-018-0526-3>
- Creswell, J. W. (2009). Mapping the Field of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(2), 95–108. <https://doi.org/10.1177/1558689808330883>
- Chatterji, A., Delecourt, S., Hasan, S., & Koning, R. (2019). When does advice impact startup performance?. *Strategic Management Journal*, 40(3), 331-356.
- Ehrenhard, M., Wijnhoven, F., van den Broek, T., & Zinck Stagno, M. (2017). Unlocking how start-ups create business value with mobile applications: Development of an App-enabled Business Innovation Cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 26–36. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2016.09.011>
- Endeavor Brasil. (2017). *Índice de Cidades Empreendedoras 2017*. São Paulo, SP, Brazil. Retrieved from <http://info.endeavor.org.br/ice2017>
- Faroque, A. R., Morrish, S. C., & Ferdous, A. S. (2017). Networking, business process innovativeness and export performance: the case of South Asian low-tech industry. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 32(6), 864–875. <https://doi.org/10.1108/JBIM-06-2015-0113>
- Florida, R. (2002). *The rise of the creative class. Vol. 9*. New York, NY, USA: Basic books.
- Foss, N. J., & Klein, P. G. (2012). *Organizing entrepreneurial judgment: a new approach to the firm*. Cambridge University Press.
- Fu, W., Revilla Diez, J., & Schiller, D. (2013). Interactive learning, informal networks and innovation: Evidence from electronics firm survey in the Pearl River Delta, China. *Research Policy*, 42(3), 635–646. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2012.09.006>
- Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser (FEE). (2017). *RS em números: 2017*. Porto Alegre, RS, Brasil. Retrieved from <https://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/20170918rs-em-numeros-2017.pdf>
- Gaughan, P. H., Javalgi, R. G., & Young, R. B. (2018). An Institutional Theory Approach to Improve Planning for Innovation and Entrepreneurship Ecosystems in Developing Economies. *KnE Social Sciences*, 3(10), 122. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i10.2889>
- Ghio, N., Guerini, M. & Rossi-Lamastra, C. Small Bus Econ (2019) 52: 523. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9958-3>
- Hair, J. F., Celsi, M., Ortinau, D. J., & Bush, R. P. (2008). *Essentials of marketing research*. New York, NY, USA: : McGraw-Hill/Higher Education.

- IECONOMICS INC. (2018). Brazil GDP per capita. Retrieved March 15, 2019, from <https://tradingeconomics.com/brazil/gdp-per-capita>
- Isenberg, D. J. (2010). How to start an entrepreneurial revolution. *Harvard Business Review*, 88(6), 40–50. Retrieved from [https://institute.coop/sites/default/files/resources/Isenberg - How to Start an Entrepreneurial Revolution.pdf](https://institute.coop/sites/default/files/resources/Isenberg_-_How_to_Start_an_Entrepreneurial_Revolution.pdf)
- Isenberg, D. (2011). The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship. *Presentation at the Institute of International and European Affairs*, 1-13.
- Isenberg, D. J. (2013). *Worthless, impossible and stupid: How contrarian entrepreneurs create and capture extraordinary value*. Harvard Business Review Press.
- Jenkins, A., & McKelvie, A. (2016). What is entrepreneurial failure? Implications for future research. *International Small Business Journal*, 34(2), 176-188.
- Kaneko, I. and Imari, K. (1987), Beyond PALS: pooling, allying and networking across companies, Proceedings of the 1st Hitotsubushi-Stanford Conference, Tokyo: Hitotsubushi University, 21 - 28
- Kohler, T. (2016). Corporate accelerators: Building bridges between corporations and startups. *Business Horizons*, 59(3), 347–357. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2016.01.008>
- Kücher, A., & Feldbauer-Durstmüller, B. (2019). Organizational failure and decline—A bibliometric study of the scientific frontend. *Journal of Business Research*, 98, 503-516.
- Kshetri, N. (2014). *Global entrepreneurship: Environment and strategy*. Routledge.
- Mason, C., & Brown, R. (2014). *Entrepreneurial ecosystems and growth oriented entrepreneurship. Final Report*. Paris.
- Maté-Sánchez-Val, M., López-Hernandez, F., & Fuentes, C. C. R. (2018). Geographical factors and business failure: An empirical study from the Madrid metropolitan area. *Economic Modelling*, 74, 275-283.
- Neck, H. M., Meyer, G. D., Cohen, B., & Corbett, A. C. (2004). An Entrepreneurial System View of New Venture Creation. *Journal of Small Business Management*, 42(2), 190–208. <https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2004.00105.x>
- Nicotra, M., Romano, M., Del Giudice, M., & Schillaci, C. E. (2018). The causal relation between entrepreneurial ecosystem and productive entrepreneurship: a measurement framework. *The Journal of Technology Transfer*, 43(3), 640–673. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9628-2>
- Nummela, N., Saarenketo, S., & Loane, S. (2016). The dynamics of failure in international new ventures: A case study of Finnish and Irish software companies. *International Small Business Journal*, 34(1), 51-69.
- Roundy, P. T., Bradshaw, M., & Brockman, B. K. (2018). The emergence of entrepreneurial ecosystems: A complex adaptive systems approach. *Journal of Business Research*, 86, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2018.01.032>
- Roundy, P. T., Brockman, B. K., & Bradshaw, M. (2017). The resilience of entrepreneurial ecosystems. *Journal of Business Venturing Insights*, 8, 99–104. <https://doi.org/10.1016/J.JBVI.2017.08.002>
- SEBRAE RS. (2018). StartupRS. Retrieved August 10, 2018, from <http://sites.sebrae-rs.com.br/startups/>
- Spigel, B. (2017). The Relational Organization of Entrepreneurial Ecosystems. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41(1), 49–72. <https://doi.org/10.1111/etap.12167>
- Spigel, B., & Harrison, R. (2018). Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12(1), 151–168. <https://doi.org/10.1002/sej.1268>
- Stam, E. (2015). Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique. *European Planning Studies*, 23(9), 1759–1769. <https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1061484>
- Ucbasaran, D., Shepherd, D. A., Lockett, A., & Lyon, S. J. (2013). *Life After Business Failure*. *Journal of Management*, 39(1), 163–202.
- Zahra, S. A., Wright, M., & Abdelgawad, S. G. (2014). Contextualization and the advancement of entrepreneurship research. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 32(5), 479–500. <https://doi.org/10.1177/0266242613519807>

Modelos mentales organizacionales como generadores de barreras a la innovación en el valle de la muerte

Iván Darío Rojas

Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia

ivan.rojasar@pascualbravo.edu.co

René Yepes

ECSIM, Universidad Pontificia Bolivariana

reneyepescti@gmail.com

Juan Fernando Arenas

Institución Universitaria Pascual Bravo

j.arenasbe@pascualbravo.edu.co

Elizabeth Jiménez

Institución Universitaria Pascual Bravo

e.jimenezme@pascualbravo.edu.co

Luciano Gallón

Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

luciano.gallon@upb.edu.co

Resumen

El Valle de la Muerte ocurre cuando proyectos de innovación que han finalizado el proceso de I+D fallan en el intento de avanzar hacia fases de desarrollo de producto y comercialización. Este fenómeno se evidencia especialmente en innovaciones radicales. Los modelos mentales pueden ser un factor que contribuye a este comportamiento. Para entender de forma práctica la relación entre modelos mentales y formación del valle de la muerte, y formular hipótesis sobre modelos mentales en la organización, se revisaron procesos de I+D+i en dos entidades de educación superior de Medellín, mediante aproximación de casos. Se encontró en las dos entidades una alta concentración de esfuerzos en investigación, pero baja disposición de recursos y capacidades para transferencia de tecnología, lo cual puede ser un indicio de modelos mentales arraigados. Se plantea que las entidades estudiadas tienen un modelo mental orientado al empuje tecnológico, aumentando la probabilidad de que los proyectos de I+D+i permanezcan en el valle de la muerte.

Palabras clave

Modelos mentales, barreras de innovación, valle de la muerte, recursos y capacidades, modelos de sistemas.

1. Introducción

Aunque se reconoce la importancia de la innovación para la competitividad, sus avances

suelen estar por debajo de lo esperado. Esto es explicable al reconocer el riesgo inherente de las actividades de innovación (Leiponen & Helfat, 2010), especialmente proyectos de innovación que incluyen resultados de I+D, y que podrían resultar en innovaciones radicales, suelen ser percibidos de alta incertidumbre (Bessant, Öberg & Trifilova, 2014, p. 1284), haciendo complejo el manejo de los factores de incertidumbre que se requieren para lograr innovaciones exitosas (Aarikka-Stenroos & Lehtimäki, 2014, p. 1372).

Algunos autores (Auerswald & Branscomb, 2003; Markham, 2002; Markham, Ward, Ayman & Kingon, 2010; Frank, Sink, Mynatt, Rogers & Rappazzo, 1996; Beard, Ford, Koutsky & Spiwak, 2009) han estudiado el estado de dificultades de los proyectos de innovación que han finalizado I+D, pero no han alcanzado etapas previas a la comercialización o explotación de una innovación, acuñando el término “Valle de la Muerte” (VM) como metáfora para describir una situación en la que una tecnología, tras ser demostrada, falla en el intento de avanzar hacia la comercialización (Frank, Sink, Mynatt, Rogers & Rappazzo, 1996; Beard et al., 2009). El VM describe un agregado de riesgos técnicos, financieros, de mercado y de gestión, asociados a proyectos de I+D y a sus resultados (Auerswald & Branscomb, 2008, p. 341).

El VM está relacionado con proyectos que han pasado por fases de investigación, pero no han entrado en fases finales de desarrollo de nuevos productos (Markham, 2002; Markham et al., 2010) o de desarrollo de producto, producción y mercadeo (Auerswald & Branscomb, 2003, p. 229). Esta interpretación guarda afinidad con las tecnologías resultantes de investigación que según Frank et al. (1996) superan la fase de demostración, pero se quedan rezagadas en la etapa siguiente. Raven & Geels (2010, p. 87) presentan al VM como una brecha entre la investigación y la introducción al mercado, propia de la innovación radical.

Se encuentran diversas explicaciones del VM:

- Los recursos para financiar las actividades de I+D se agotan en las fases de investigación, manifestándose un déficit para financiar las actividades posteriores (Auerswald & Branscomb, 2003; Heller y Peterson, 2005; Savaneviciene, 2015).
- Comportamientos no económicos de agentes que conducen a distribución inadecuada de recursos (Beard et al., 2009), fallas de la tecnología (Frank et al., 1996), gaps institucionales (Gulbrandsen, 2009), entre otras. Si bien se podrían buscar relaciones entre todas estas explicaciones, no se ha avanzado lo suficiente en ello.
- En el VM intervienen múltiples factores (Markham et al., 2010), como: condiciones organizacionales, recursos, políticas, barreras a la innovación. Además, los procesos son iterativos, no secuenciales y con altos niveles de incertidumbre. Esto lleva a entender que se trata de un problema de alta complejidad

Las interpretaciones anteriores dan indicios de que el VM puede constituir un fenómeno sistémico, con múltiples factores involucrados.

Para Raven & Geels (2010), el VM es afrontado por las innovaciones radicales. De manera similar Bessant et al. (2014), indican que los proyectos de innovación incremental y

radical tienen condiciones diferentes, y en la organización puede existir la expectativa que los proyectos de innovación radical se adecúen a procesos secuenciales y decisiones de bajo riesgo que funcionan bien con innovaciones incrementales. Una mayor probabilidad de fallo de las innovaciones radicales es explicada por los modelos mentales de la organización que, según los autores, tienden a propiciar innovación incremental, pero no radical, dado que dichos modelos hacen que las rutinas e instrumentos existentes, así como las decisiones que se toman con mayor facilidad, bloqueen el cambio y refuercen el *statu quo* (Bessant et al., 2014, p. 1286).

Sandberg & Aarikka-Stenroos (2014, p. 1293, 1298) hacen una revisión sistemática de literatura para reconocer barreras a la innovación radical, determinando que una causa principal de bloqueo y fallo de las innovaciones son modelos mentales restrictivos, entendidos como temor y resistencia a las innovaciones al interior de la organización.

Utilizando antecedentes de literatura de la aproximación de recursos (RBV), se revisan los modelos mentales como factores que inciden en la formación de barreras a la innovación. También se explora el concepto de modelos mentales, tal como son entendidos por la teoría de sistemas. Posteriormente se presenta y se justifica el mérito de desarrollar un trabajo tendiente a explicar los modelos mentales, a la luz de la RBV, como causas de barreras a la innovación en el VM, y se presentan dos casos de entidades de educación superior colombianas, que en los últimos años tratan de transferir sus resultados de investigación para desencadenar innovaciones, lo cual las expone al VM.

2. Modelos Mentales

Un modelo mental está constituido por imágenes arraigadas sobre el funcionamiento del mundo, a modo de suposiciones o teorías. El aprendizaje organizacional comienza cuando se transmite el conocimiento individual y termina convirtiéndose en memoria colectiva, la cual deriva en cultura organizacional (Boyett, 1999).

Bessant et al. (2014) afirman que las rutinas preestablecidas en la organización crean una cultura dominante que delinea un modelo mental, enmarcado en un sistema de referencia determinado por sus recursos y capacidades. Así, un modelo mental, o paradigma organizacional, depende de la experiencia previa y de la forma como se enfrentan los cambios, convirtiendo la innovación radical en un problema de “marco cognitivo”, dado que implica la incertidumbre de abordar nuevas tecnologías y mercados, así como la inserción de nuevos elementos al marco empresarial. Estas circunstancias entran en choque con los modelos mentales, llevando a patrones de decisión propicios a invertir en innovaciones incrementales, que no retan dichos modelos.

Sandberg & Aarikka-Stenroos (2014, p. 1298) determinan que los modelos mentales restrictivos son, junto con las competencias, las principales barreras a la innovación, y plantean una desagregación de dichos modelos, que incluye temor al cambio, temor al fracaso, toma de decisiones conservadoras y una cultura organizacional restrictiva.

3. Perspectiva de Recursos, modelos mentales y VM

Bajo la perspectiva de recursos (*resource-based view* o RBV) se agrupa un conjunto de aproximaciones que reconocen que la organización posee un conjunto de capacidades y recursos heterogéneos, individuales e idiosincrásicos, que determinan comportamientos económicos y competitivos diferenciados. Normalmente esta corriente se extiende para incluir el concepto de capacidades, encontrándose denominaciones alternativas como “perspectiva de recursos y capacidades”.

Una revisión sistemática de literatura realizada por Harmancioglu, Droge & Cantalore (2009) para identificar líneas teóricas y discursos de la innovación, encontró que las aproximaciones basadas en la RBV constituyen uno de los cuerpos teóricos predominantes, posiblemente debido a esta perspectiva se reconoce la innovación como una respuesta adaptativa que re- configura recursos y capacidades de una organización, para afrontar cambios en el entorno (Nelson & Winter, 1982, Teece, Pisano & Shuen, 1997). Con ello la RBV resultada adecuada para analizar comportamientos innovadores. Por ello, interesa rastrear explicaciones al VM y a los modelos mentales, en relación con recursos y capacidades.

Auerswald & Branscomb (2003, p.229) asocian el VM con un déficit de recursos que se debe afrontar cuando la innovación se encuentra en etapas previas al desarrollo y comercialización. Este déficit es relacionado con la necesidad de implementar una estrategia para crear valor, y un sistema de negocios que convierta una invención en innovación comercialmente exitosa; abordar este cambio implica contar con capacidades internas y recursos, de manera que se puedan superar las restricciones del VM (Auerswald & Branscomb, 2003, p. 231, 234). Los autores relacionan la alta capacidad innovadora de algunas regiones norteamericanas con la localización de políticas y el establecimiento de ambientes para desarrollar capacidades para superar el VM, como inversión en I+D, mecanismos de financiación de tecnologías en etapa temprana, formación de talento humano, acceso a infraestructura y redes de capital de riesgo, entre otros (Auerswald & Branscomb, 2003, p. 234). Así mismo, plantean el emprendimiento colectivo como factor que aporta a superar el VM, entendido como combinación de capacidades propias y compartidas en redes (Auerswald & Branscomb 2008, p.339, 341 Markham et al. (2010, p. 415) reconocen que la interfaz entre investigación y el desarrollo de nuevos productos constituye una etapa difusa del proceso de innovación, entre otras mejor entendidas y organizadas, por ello asocian el VM a una brecha de recursos y capacidades asociadas a los programas y decisiones de la organización. Esta interpretación lleva a los autores a explicar que el VM no es un lugar caótico, sino un espacio entre dos funciones mejor organizadas, lo que significa que la falta de recursos y experiencia son relativas. Adicionalmente, la superación del VM implica el cumplimiento de una serie de roles, que ayudan a proveer los recursos y capacidades necesarios para demostrar la viabilidad comercial, reconocer y desarrollar las oportunidades de negocio, y establecer y aplicar criterios de aceptabilidad financiera de los proyectos.

Si bien la perspectiva bajo la que Beard et al (2009) abordan el VM no es específicamente RBV, hacen observaciones sobre la utilización de recursos: plantean que las

organizaciones utilizan sus recursos para ganar experiencia científica y comercial, pero en las etapas intermedias, donde se da el VM, se requiere otro tipo de especialización, que para ser reproducido requiere asumir grandes costos (Beard et al., 2009, p. 353), descripción que guarda afinidad con la brecha de capacidades descrita por Markham et al. (2010). Adicionalmente, Beard et al (2009) se centran en la incidencia del soporte financiero gubernamental o privado en las etapas de investigación básica o aplicada, y se preguntan por la asignación óptima de apoyo financiero a la investigación entre las diferentes etapas de la innovación, señalando comportamientos no económicos de asignación de recursos, que llevan a sobre-asignación en etapas de investigación, y sub-asignaciones en la etapa donde se manifiesta el VM. Desde esta perspectiva las barreras a la innovación estarían determinadas por criterios de asignación de recursos y esfuerzos de formación de capacidades desequilibradas.

Leonard-Barton (1992) introduce las rigideces medulares, explicadas como derivación de las capacidades medulares de las firmas y que son usadas para explicar tensiones entre la innovación y el statu-quo, que puede ser útil para explorar la relación entre modelos mentales y restricciones a la innovación. Plantea que el aprendizaje de la organización se incorpora a cuatro dimensiones: (i) conocimiento y habilidades de las personas, (ii) sistemas técnicos, (iii) sistemas de gestión, (iv) valores y normas organizacionales, que son asiento de las otras tres dimensiones. Los valores son uno de los principales obstáculos a la innovación, pues una vez establecidos tienden a privilegiar el mantenimiento del statu-quo.

Agrega Leonard-Barton (1992, p. 122) que las cuatro dimensiones enunciadas determinan la forma de ver el mundo en la organización, los procedimientos que se consideran válidos para indagar el mundo y las categorías bajo las cuáles clasificar lo que se observa, constituyendo paradigmas que inhiben los procesos de cambio. Lucas y Goh, (2009), explican que la adopción de una innovación disruptiva requiere el esfuerzo de coordinar capacidades dinámicas de una organización y tratar de superar rigideces medulares. Como parte de este proceso, reconocen que los modelos mentales tradicionales dificultan la acción de las capacidades dinámicas y refuerzan las rigideces medulares, motivando que las ideas disruptivas sean rechazadas. Teoría de Sistemas (TS).

En términos de la TS, un modelo mental es la construcción difusa, incompleta e imprecisa que resulta en el cerebro de una observación del ambiente. Los humanos lo hacen todo el tiempo para sobrevivir y adaptar gradualmente el modelo a medida que hay cambios en su interior o en el ambiente. Construyen cada modelo con base en la observación de unas pocas relaciones que se ajusten al contexto en cuestión, partiendo de supuestos que pueden llevar a considerar implicaciones incorrectas en el futuro, o incluso a apreciaciones que son válidas en el momento y contexto de observación inicial, pero que pueden dejar de serlo en el futuro.

Para Forrester (1971) la inhabilidad de la mente humana para utilizar sus propios modelos mentales se evidencia cuando se construye un modelo computacional que reproduzca los supuestos que conlleva el modelo mental de la persona. Hay incongruencias entre los supuestos asumidos de la estructura y de las consecuencias: el problema descrito no se comporta según se anticipaba.

Los problemas se profundizan si se continúa dependiendo de las falacias inmersas en los

modelos mentales, cuya gran incertidumbre emerge (Forrester, 1971) de la inhabilidad inherente del cerebro humano para anticipar las consecuencias de la interacción entre las partes de la realidad comprendida como sistemas.

En la organización, la presión diaria de la operación provoca una paradoja en la evolución de la toma de decisiones. Para Forrester (1989) los viejos modelos mentales y hábitos de decisión que conllevan están profundamente arraigados y no se logran cambiar mediante argumentos lógicos. Se esperaría que, tras una revisión seria y basada en argumentos lógicos, la mayoría de los problemas en la organización se podrían resolver fácil y rápidamente, pero realmente se encuentra que, aunque se acepten los argumentos y se inicien nuevas formas de hacer las cosas, no se altera el comportamiento y se regresa a prácticas anteriores. Así, la toma de decisiones sigue siendo resultado de modelos mentales establecidos.

Para abordar desde la TS los modelos mentales para comprender el VM, es necesario indicar qué se entenderá por sistema. Para Ackoff (1999) un sistema nunca será la suma de sus partes sino el producto de sus interacciones, es decir, son las interacciones observadas entre las partes de un problema las que conforman su descripción y comprensión como sistema. Esto implica que en la descripción se tendrá que dar cuenta de las partes, sus funciones, sus relaciones, la estructura que conforman, sus dinámicas, su ambiente y sus interacciones.

Lo anterior implica superar el pensamiento basado en el análisis y enriquecerlo con el pensamiento basado en la síntesis (Ackoff, 1999). De esta manera, además acercarse, ver y tener conocimiento sobre cómo funciona el sistema, un asunto limitado a su interior, se podrá entender su funcionamiento, un asunto ligado a su exterior.

En términos sistémicos (Sterman, 2002), las personas tienden a tener modelos mentales de corto plazo, orientados a eventos, de fronteras estrechas, con pocos lazos de retroalimentación y con poca comprensión del ambiente en el que están viviendo, lo que las lleva a pensar que lo importante es lo sobresaliente, lo tangible, lo familiar, y es lo que miden para sus decisiones, descuidando en el proceso para tomarlas, los efectos distantes y retardados de lo no sobresaliente o lo intangible.

Superar esa realidad de los modelos mentales que gobiernan las decisiones de cada persona, implica aceptar que la percepción y el conocimiento humano son limitados y que no es posible confiar en un modelo mental como fundamento sólido de verdad. En palabras de Sterman (2002): es necesario desarrollar habilidades de pensamiento crítico y confianza para desafiar continuamente sus propios modelos, para descubrir los sesgos y prejuicios propios.

Adoptar una perspectiva de sistemas (Richmond, 1991) para abordar el estudio de modelos mentales, implica ubicarse lo suficientemente lejos en espacio y en tiempo, de manera que se pueda observar la red de relaciones e interacciones que se retroalimentan para producir patrones de comportamiento que exhibe un problema entendido como sistema.

Siguiendo a Richmond (1991), no emplear una perspectiva sistémica implica quedar atrapado en eventos, algo inherentemente mundano, consumista y restrictivo. En cambio, el uso de dicha perspectiva permite descubrir cómo emerge un patrón de relaciones, mientras se desvanecen los detalles. Además de alejarse en espacio y tiempo para observar, superar un modelo mental implica simular: llevar a un sistema computacional la estructura y las relaciones

del problema observado y asignarles valores cuantitativos a la dirección y fuerza de las interacciones entre sus partes.

4. Antecedentes

En un estudio previo se estudiaron los factores que inciden en el VM en proyectos de I+D+i en Medellín mediante revisión de casos múltiples a 12 agentes del sistema de CTI, que se comportan como intermediarios de innovación y que según Ruiz (2016) ayudan a cerrar brechas entre generadores y usuarios del sistema, por lo cual gestionan proyectos que finalizaron I+D y entran al VM.

Se abordaron los factores que desde la perspectiva de los intermediarios inciden en la aparición del VM, así como las relaciones causales entre factores. Esta revisión llevó a un listado de 33 factores, que se priorizaron según la frecuencia de incidencia en los casos estudiados, y la cantidad de relaciones causa-efecto entre factores. Los factores de mayor relevancia, según los casos estudiados fueron: falta de competencia de talento humano y roles mal distribuidos, ceguera en las dimensiones¹, debilidad en trabajo en red, falta de financiación y mala asignación de recursos, fallas en la normatividad, modelos mentales restrictivos en la organización y aversión al riesgo.

Los resultados de este trabajo indican que uno de los factores más relevantes para la aparición del VM en Medellín corresponde a los modelos mentales, lo cual da soporte a la tesis de Sandberg & Aarikka-Stenroos (2014).

Los intermediarios estudiados relacionaron los modelos mentales con falta de disposición estratégica para innovar, rigidez en la organización y culturas organizacionales no alineadas con la innovación. También se encontraron indicios de que los modelos mentales pueden ser causa de falta de competencia del talento humano y roles mal distribuidos, ceguera en las dimensiones, debilidad de trabajo en red y aversión al riesgo.

5. Metodología

Se hizo una indagación, mediante aproximación de casos, en dos instituciones de educación superior (IES) de Medellín, que en años recientes realizan esfuerzos en innovación. Los nombres de las entidades serán reservados para mantener la confidencialidad. Se identifican como Entidad 1 y Entidad 2.

La indagación incluye: revisión de procesos de I+D+i, políticas, planes estratégicos y directrices en relación con I+D+i, recursos y capacidades para las diversas etapas de I+D+i. De igual forma, a partir de entrevistas a profundidad con los líderes del proceso de cada entidad, se consideran los resultados de investigación y de transferencia. Esta información facilita el reconocimiento de decisiones de asignación de recursos y formación de capacidades, lo que sirve como indicio de posibles modelos mentales que están condicionando las decisiones de las

¹ Van Lancker, Mondelaers, Wauters y Huylenbroeck (2016) explican que este factor se presenta cuando se organiza y desarrolla el proceso de innovación sin considerar todas las dimensiones del sistema.

entidades.

Al momento de elaboración de este artículo, el estudio se encuentra en ejecución, por ello los resultados que se describen son parciales, correspondiendo a hipótesis sobre posibles modelos mentales que serán corroboradas en una fase posterior.

6. Hallazgos

La entidad 1 se enfoca prioritariamente en el desarrollo tecnológico y la investigación aplicada. La entidad realiza convocatorias internas anuales para la presentación de proyectos de investigación, cuyo objetivo es generar productos acordes al modelo de medición de Colciencias para categorizar los grupos de investigación. De otro lado, a través del desarrollo tecnológico y la investigación aplicada se pretende detectar retos y oportunidades del entorno a partir de procesos posteriores de transferencia.

El modelo de innovación y de transferencia en la entidad 1, parte de dos ejes transversales, el primero enfocado a un proceso de formación y sensibilización a la comunidad institucional en temas como innovación, propiedad intelectual y vigilancia estratégica, y un segundo eje en el acompañamiento en gestión de proyectos y tecnologías. Para este proceso se definen cuatro niveles: Identificar, transformar, potenciar y transferir. La identificación se enfoca en el rastreo permanente de proyectos de investigación internos con potencial de transferencia, retos de entidades externas, el talento y las capacidades en investigación; a partir de esto se construye un portafolio de proyectos, el cual pasa por una evaluación que prioriza la ejecución. Luego se lleva a cabo la transformación que consiste en realizar procesos de escalamiento de tecnologías a través de pruebas de concepto y validación con los interesados. Posteriormente se potencia el proyecto a través de la estructuración de la estrategia con un modelo de negocio, garantizando la propiedad intelectual. Finalmente se procede a la transferencia.

Pese a que la entidad 1 tiene un modelo de transferencia que busca migrar de la investigación a la I+D+i, actualmente se está definiendo un modelo de planeación estratégica acorde con el contexto institucional. El coordinador de transferencia de la entidad señala que el talento humano en investigación ha sido clave para la gestión de la innovación, ya que cuenta con las capacidades adecuadas, además hay compromiso y disposición. Del mismo modo, en el plan de desarrollo tienen un eje estratégico donde se encuentra el programa de innovación, transferencia y servicios, con objetivos de educación continua y alianzas públicas-privadas, donde se cuenta con un equipo de trabajo enfocado en gestión de proyectos de contratación pública. Por otro lado, aclaró que el enfoque de la entidad son procesos de I+D con impacto social. Además, comentó que en la entidad se ha trabajado por etapas, primero una sensibilización y después de desarrollo de procedimientos para el registro de propiedad intelectual. En el momento la persona entrevistada es la única encargada del proceso y hay una débil integración con los demás procesos de la entidad.

Debido a estar en transición hacia la innovación, aún no se cuenta con protocolos, roles, procedimientos y rutinas, lo que dificulta la evolución de los proyectos tras concluir fases de

investigación, y entrar en el VM. Por lo tanto, mientras se estructuran los procesos se presenta un reto para evaluar los avances y logros intermedios de transferencia. Actualmente se están adelantando gestiones para que los proyectos de investigación se formulen teniendo en cuenta las necesidades del entorno; se espera tener resultados a mediano plazo. A la fecha de revisión, se reportan resultados parciales en al menos dos proyectos.

Por otra parte, en la entidad 2 se evidencia un proceso de I+D+i estructurado, con roles y procedimientos definidos y con indicadores establecidos. Dicho proceso cuenta con seis etapas centrales que van de la identificación a la solución de necesidades sociales y productivas. Las tres primeras, ligadas a la metodología de diseño comprenden: la identificación de capacidades, de resultados e iniciativas, etapa inicial de donde resulta una selección; en segundo lugar, la modelación y gestión de iniciativas y oportunidades, donde aparece la I+D, y en tercer lugar el desarrollo del prototipo, el escalado, y la validación técnica y comercial. La cuarta etapa consiste en la valoración y valorización que conllevan la negociación. La quinta es la gestión del modelo de negocio seleccionado y la sexta consiste en el seguimiento y evaluación de nuevas oportunidades de agregación de valor. Este proceso se encuentra apoyado por un comité de la oficina de transferencia tecnológica, que media el proceso de demanda y oferta, y se ocupa de la vigilancia tecnológica y de la divulgación científica.

El líder del proceso en la entidad 2, aclaró que la estrategia se orienta a la acreditación, de manera que la generación de conocimiento pueda ser incorporado a actividades de innovación. También se resalta que como parte de los principios que se difunden al interior de la entidad, se considera que en la medida que se hagan mejores investigaciones, se contribuirá a una mejor innovación. De igual forma, se tiene un equipo de gestión de innovación, soportado en un área jurídica con experiencia en este tipo de proyectos. Aunque se ha avanzado en la conformación de un comité de innovación respaldado por la rectoría, aún falta avanzar en la formalización de dicho órgano. Hoy dicho comité actúa como ente asesor, lo cual no lo habilita para la toma de decisiones y para dar direccionamiento a los procesos de innovación con la misma formalidad que se da a la investigación.

Este enfoque ha permitido obtener buenos resultados en investigación, medidos a partir de la clasificación de sus grupos de investigación y la producción generada, así como su certificación en calidad. Esto significa que se han logrado mejoras en las variables enfocadas como prioritarias. Gracias a estos logros, la entidad 2 ha aumentado significativamente su presupuesto de inversión en I+D+i en años recientes.

Las dos entidades tienen esquemas de evaluación establecidos en sus sistemas de gestión institucional, a la vez que atienden a entidades acreditadoras en calidad. Al revisar las variables e indicadores usados en las evaluaciones internas, se reconoce que parte de la labor de investigadores y grupos es medida por: producción científica, obtención de patentes de invención, cantidad de investigadores en los grupos, presupuesto aplicado a investigación. Así mismo, los mecanismos externos asociados a la acreditación muestran un énfasis en los resultados de investigación y nuevo conocimiento. En ambos tipos de mecanismos, se nota que no se da énfasis a los resultados de transferencia.

Los hallazgos anteriores permiten hacer interpretaciones aplicables para las dos

entidades, con las cuáles sugerir un modelo mental, partiendo de considerar el aumento de inversiones en investigación (no en comercialización o innovación), así como el aumento de resultados de investigación (incluyendo una patente de invención).

Del análisis realizado en estas instituciones se encontraron algunos factores comunes. Por ejemplo, la priorización de la innovación y de la transferencia de tecnología dentro de las políticas de la institución. Este factor es clave porque, según los entrevistados, si la transferencia de tecnología es un proceso sustancial para la institución, se podrán obtener recursos para fortalecer la gestión.

Otro factor que aporta a la eficiencia del proceso hace referencia a los canales de comunicación entre los investigadores, los gestores en transferencia de tecnología y los directivos, ya que, según los entrevistados, si hay una comunicación fluida entre estos actores, los procesos se acortan y los resultados pueden verse más rápidamente.

Por último, los entrevistados explicaron que existe una línea difusa entre la transferencia de tecnología y los procesos de extensión, lo que lleva a una confusión administrativa que puede llegar a perjudicar los procesos de transferencia. Proponen que haya personas expertas en cada área para evitar confusiones y además procesos claros para que se puedan lograr los resultados trazados.

En resumen, factores como priorización de la transferencia de tecnología dentro de las políticas de la institución, definición de un equipo de trabajo experto en el tema, procesos bien documentados, disponibilidad de recursos y trabajo diferenciado entre transferencia de tecnología y extensión, ayudarán a la eficiencia del proceso.

Lo anterior da indicios de un comportamiento de las IES estudiadas, en el cual se asume que si se generan más y mejores resultados de investigación (mejores en términos de calidad investigativa), se incrementarán las posibilidades de transferencia de dichos resultados. Además, se cree que, si se tiene como política transferir los resultados de investigación, esta intención asegurará su éxito.

Se podría pensar que dicho comportamiento se asemeja al modelo mental de empuje tecnológico (Rothwell, 1994), que explicaría que las inversiones se vuelquen hacia la investigación, pero no se invierta con decisión en actividades de transferencia, y que se fomente el fortalecimiento de grupos de investigación, pero no las unidades funcionales de transferencia. Incluso este modelo mental puede ser relacionado con los objetivos de gestión e indicadores, orientados a medir y estimular el aumento de publicaciones, así como la obtención de patentes de invención.

Respecto al VM, se identifican posibles relaciones causa-efecto, susceptibles de ser validadas en una futura revisión de estos casos, buscando dar mayor soporte a la hipótesis planteada: si un modelo mental de empuje tecnológico rigiera las decisiones de dirección, tendría como efecto un desbalance entre los requerimientos de servicios de transferencia (producto de un aumento en la producción de resultados de investigación) y la capacidad para ofrecer servicios de transferencia (debido a que las decisiones de asignación de recursos y formación de capacidades se centran en la investigación y no en la transferencia). Al no contarse con recursos y capacidades suficientes para gestionar los resultados de investigación, se

establece una alta probabilidad de que los proyectos permanezcan en el VM.

En los casos de estudio, se empieza a reconocer un modelo mental que privilegia el trabajo en investigación, y subordina a esta la innovación, bajo el entendimiento de que, si se hace una buena labor investigativa, los resultados innovadores serán un efecto. Bajo este tipo de modelo mental, es posible explicar que las decisiones de asignación de recursos, así como el tipo de capacidades organizacionales constituidas se orienten a la investigación, al menos en una fase inicial, bajo la expectativa que los recursos y capacidades más directamente orientadas a la innovación, tales como las de transferencia, se posterguen. Este enfoque dificulta que desde el inicio de los proyectos se tengan en cuenta factores como las necesidades del mercado, mientras propicia que la investigación apunte a fines más tradicionales, como es el aumento del acervo de conocimiento, para fines académicos.

Particularmente en una de las entidades estudiadas se dio recientemente un cambio administrativo, reflejado en que la antes llamada Dirección Operativa de Investigaciones, pasó a llamarse Dirección de Tecnología e Innovación. Este ajuste que bien podría significar un cambio de modelo mental que parece ser más equilibrado, pero aún se encuentra en proceso de implementación, y es prematuro para determinar si los procedimientos hasta ahora presentados se reflejarán en transformaciones efectivas y en la instalación de capacidades que efectivamente ayuden a gestionar los proyectos de I+D+i.

Es preciso anotar que si bien en ambas entidades se desarrollan proyectos de I+D con potencial para convertirse en innovaciones, los mismos se quedan en el VM debido a lo reseñado en los párrafos anteriores.

7. Conclusiones

En las dos entidades estudiadas los procedimientos y rutinas han mostrado ser eficientes para generar resultados positivos en investigación y se considera que, si aumenta la producción investigativa, se pueden alcanzar resultados en innovación como efecto secundario. Esto no significa que para las entidades estudiadas la innovación no sea importante, sino que sus decisiones se basan en la idea de aplicar mayores recursos a fases de I+D de componentes tecnológicos, así como a iniciar proyectos bajo enfoques secuenciales en los que se espera madurar la tecnología antes de iniciar la evaluación de otras dimensiones de la innovación. Si bien queda abierta la discusión con las instancias de dirección de ambas entidades sobre las implicaciones de esta forma de proceder, explicable bajo un modelo mental descrito como “hacer mejores investigaciones para mejorar en innovación”, es previsible que esta vía conduzca a que una cantidad significativa de proyectos sean pensados y gestionados como investigaciones, y no como innovaciones, obteniendo resultados de conocimiento valiosos desde el punto de vista investigativo, que no necesariamente tienen potencial de convertirse en innovaciones.

El enfoque de este documento, que relaciona modelos mentales con conceptos de recursos y capacidades, resulta promisorio para continuar analizando si las decisiones derivadas del modelo mental que determina la relación entre investigación e innovación en una

IES puede incidir en la manifestación del VM en sus proyectos. Bajo este esquema de análisis, se encuentran indicios sobre las prioridades que determinan el modelo mental dominante, y se reconoce que los recursos y capacidades que se disponen para dichos proyectos están más desarrolladas para la investigación que para la transferencia. Dado que este es un trabajo en desarrollo, es pertinente continuar avanzando en el levantamiento de mayores evidencias respecto a esta relación entre modelos mentales, decisiones sobre recursos y capacidades y manifestación del VM en los proyectos de I+D+i.

8. Referencias

- Aarikka-Stenroos, L. & Lehtimäki, T. (2014). Commercializing a radical innovation: Probing the way to the market. *Industrial Marketing Management*, 43, pp. 1372-1384.
- Ackoff, R. L. (1999). *Ackoff is best: his classic writings on management*. New York: Wiley.
- Auerswald, P., & Branscomb, L. (2003). Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention to Innovation Transition in the United States. *Journal of Technology Transfer* (28), 227-239.
- Auerswald, P., & Branscomb, L. (2008). Research and innovation in a networked world. *Technology in Society*, 30, pp. 339-347.
- Bessant, J., Öberg, C., & Trifilova, A. (2014). Framing problem in radical innovation. *Industrial Marketing Management* (43), 1284-1292. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.09.003>
- Boyet, J. H., & Boyett, J. T. (1999). Hablan los gurús: las mejores ideas de los máximos pensadores de la administración. Bogotá: Editorial Norma.
- Forrester, J. W. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, 73(3), 52-68.
- Forrester, J. W. (1989). The Beginning of System Dynamics. In *International Meeting of the System Dynamics Society* (p. 16).
- Frank, C., Sink, C., Mynatt, L., Rogers, R. & Rappazzo, A. (1996). Surviving the “Valley of Death”: A Comparative Analysis. *Journal of Technology Transfer*. 21 (1-2). pp. 61-69. <https://doi.org/10.1007/BF02220308>
- Freeman, C. & Soete, L (1997) *The economics of industrial innovation*. Routledge-Taylor & Francis Group. London. ISBN 1-84480-093-8
- Gulbrandsen, K. E. (2009). Bridging the valley of death: The rhetoric of technology transfer. Iowa State University. Graduate Theses and Dissertations. Paper 10740.
- Harmancioglu, N., Droge, C. & Calantone, R. (2009) Theoretical lenses and domain definitions in innovation research. *European Journal of Marketing*. 43 (½), pp.229-263
- Heller, J & Peterson, C. (2005). ‘Valley of Death’ in Nanotechnology Investing. Foresight Nanotech Institute. Available at: <www.foresight.org/policy/brief8.html>, last accessed 21 November 2009.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities. *Strategic Management Journal*, 13, 111- 125.
- Beard, T., Ford, G., Koutsky, T., & Spiwak, L. (2009). A Valley of Death in the innovation sequence: an economic investigation. *Research Evaluation*, 18(5), 343-356. Doi: 10.3152/095820209X481057
- Leiponen, A. & Helfat, C. (2010). Innovation objectives, knowledge sources and the benefits of breadth. *Strategic Management Journal*, 31 (2), pp. 224-236.
- Lucas, H., & Goh, J. (2009). Disruptive technology: How Kodak missed the digital photography revolution. *Journal of Strategic Information Systems* (18), 46-5.
- Markham, S. (2002). Moving technologies from lab to market. *Industrial Research Institute*, 31-42.
- Markham, S., Ward, S., Ayman, L., & Kingon, A. (2010). The Valley of Death as Context for Role Theory in Product Innovation. *Journal of Product Innovation Management* (27), 402-417.
- Raven, R., Geels, F. (2010). Socio-cognitive evolution in niche development: Comparative analysis of biogas development in Denmark and the Netherlands (1973-2004). *Technovation*, 30(2), 87-99. Doi: 10.1016/j.technovation.2009.08.006
- Ruiz, W (2016). Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes (tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de

- Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización. Medellín.
- Sterman, J. D. (2002). All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review*, 18(4), 501–531. <https://doi.org/10.1002/sdr.261>
- Sandberg, B., & Aarikka-Stenroos, L. (2014). What makes it so difficult? A systematic review on barriers to radical innovation. *Industrial Marketing Management* (43), 1293–1305. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.08.003>
- Savaneviciene, A., Venckuviene, V., & Girdauskiene, L. (2015). Venture Capital a Catalyst for Start-Ups to Overcome the “Valley of Death”: Lithuanian Case. *Procedia Economics and Finance*, 26, 1052–1059.
- Richmond, B. (1991). *Four Key Questions*.
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review*, Vol. 11 Issue: 1, pp.7-31, <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Van Lancker, J., Mondelaers, K., Wauters, E., y Huylenbroeck, G.V. (2016). The Organizational Innovation System: A Systematic framework for radical innovation at the organization level, *Technovation*, 52, 40-50.

Difusión de una innovación autoritaria: el caso de la contabilidad electrónica

Salvador Estrada

Universidad de Guanajuato, Departamento de Finanzas y Administración, México
salvador.estrada@gmail.com

Roberto Rodríguez Venegas

Universidad de Guanajuato, Departamento de Finanzas y Administración, México
roberto_rodriguezv@hotmail.com

Jessica Villareal

Universidad de Guanajuato, Departamento de Finanzas y Administración, México
ji.villarreal@ugto.mx

Resumen

La literatura de economía y gestión de la innovación está enmarcada en condiciones de libertades individuales sin embargo existen un conjunto de condiciones que propician que las autoridades impongan la adopción de una innovación, como pueden ser el caso de la convergencia tecnológica que llegó a propiciar la decisión autoritaria de adopción de la televisión digital terrestre o el interés general como pueden ser prácticas profilácticas en el sector salud. Para comprender los mecanismos públicos y privados que deben propiciarse en el sistema de innovación se expone el caso de la contabilidad electrónica en México. A partir de un análisis de secuencias, se van construyendo narrativas desde diferentes enfoques donde se van entretejiendo coaliciones e intereses públicos y privados. Estas narrativas se interpretan a partir de las funciones de los sistemas de innovación a saber: Actividades Emprendedoras, Desarrollo de Conocimiento, Difusión en redes, Guía Estratégica, Creación de Mercado, Movilización de Recursos y Legitimidad. La principal conclusión es que la difusión estructura el sistema de innovación de una forma sutil a través de las redes de agentes donde no hay un predominio de lo público o lo privado.

Palabras clave

Sistema de innovación, redes, agentes públicos y privados

1. Introducción

México enfrenta el reto de adoptar los objetivos de desarrollo sostenible para lo cual requiere tener una política fiscal "sana y equilibrada". Sin embargo, los estudios internacionales sobre el tema declaran que enfrenta un problema de una alta tasa impositiva y una baja recaudación. (Álvarez Estrada, 2010, OECD, 2018, PWc-WB, 2018). Ante tal situación y a fin de mejorar los ingresos fiscales, a partir de 2015, estableció la adopción obligatoria de la contabilidad electrónica, esto es, todos los contribuyentes deben enviar su contabilidad en forma digital. Así nos encontramos frente a un problema de adopción de tecnología, caracterizado bajo el paradigma de decisiones basadas en la autoridad. Los usuarios son forzados a utilizar los recursos tecnológicos por obligación.

De acuerdo con Rogers (2003:403): "En los procesos de decisión de la innovación autoritaria, la adopción de una innovación es obligatoria y los individuos dentro de la

organización no tienen otra opción que adoptar la innovación debido a la falta de alternativas o sanciones efectivas en caso de incumplimiento”.

Bajo esta óptica, la contabilidad electrónica puede conceptualizarse como un conjunto de conocimientos heterogéneos sobre normas, tecnología de codificación, telemática y contabilidad. Cabe destacar que este sistema no se diseña en forma consciente (Nelson, 1993), pero se puede delimitar a través de algunos elementos de la infraestructura que producen el bien o servicio (Carlsson y Stankewitz, 1995).

Por tanto, el propósito de la presente comunicación es describir la red de agentes y actividades que interactúan alrededor de esta tecnología/servicio en las funciones de generación, difusión y utilización de conocimiento económicamente útil en el contexto de una innovación autoritaria.

2. Metodología

Mediante un análisis de secuencias o procesos (Hekkert et al., 2007, Hekkert y Negro, 2009; Negro y Hekkert 2008; Negro, Hekkert y Smits, 2007) describiremos cómo se fueron dando regulaciones, coaliciones y eventos externos, así como procesos de adaptación y aprendizaje que están en marcha entre los usuarios o potenciales usuarios de estas tecnologías y que muestran la situación actual de las barreras para su difusión y adopción.

El enfoque será cualitativo, a partir de la recolección de documentos y materiales de diversas fuentes y épocas se desarrollarán diversas narrativas que representan secuencias de eventos (Abbott, 1995) en la difusión de la innovación. Básicamente, el enfoque consiste en recuperar tantos eventos históricos relacionados con un desarrollo tecnológico como sea posible en base a revistas profesionales, periódicos y sitios web. Los eventos se desarrollan como narrativas mismas que se analizan dialécticamente con las funciones específicas del sistema.

La metodología da como resultado una secuencia coherente de eventos y tendencias que describen cómo cambian las cosas con el tiempo. Cada secuencia la definimos por la descripción de eventos externos que van generando una respuesta de diferentes actores que van interactuando a fin de adoptar una tecnología o utilizar un servicio.

Así se va formando una cadena de eventos que puede tener cierta causalidad que nos permite entender a través de qué mecanismos públicos y privados se va difundiendo una innovación autoritaria y a través de procesos se va estableciendo un sistema de innovación.

3. Desarrollo

3.1. El Registro e intercambio electrónico de datos (1960's-1998)

La tecnología para el intercambio electrónico de datos (EDI) se define como la transferencia electrónica de computadora a computadora de transacciones comerciales o administrativas utilizando un estándar acordado para estructurar la transacción o los datos del mensaje (United Nations Economic Commission for Europe, 1989).

La implementación de EDI ha tenido diversos impactos en las empresas, entre los que se puede mencionar la minimización de uso de papel y archivo, la mejora de la calidad, reducción del inventario y tiempos de aprovisionamiento (Kekre y Mukhopadhyay, 1992; Monczka y Carter, 1989, Schwandt, 1997), el perfeccionamiento de la fabricación y la comunicación en la cadena logística (Kreuwels, 1992) y el mejoramiento de las prácticas comerciales, en las

funciones de ventas, compras y servicios al cliente (Carter y Fredendall, 1990; Premkumar, Ramamurthy y Nilakanta, 1994).

Los datos del EDI pueden proporcionar un seguimiento exhaustivo de auditoría de las actividades comerciales, y pueden utilizarse para generar informes de actividad para la administración y, por lo tanto, mejorar el control de la gestión del flujo de información (Hinge, 1988) Si bien se han destacado sus beneficios tales como la reducción de costos, la agilización de respuestas, mejoras en los servicios al cliente, así como sostenimiento de la ventaja competitiva tampoco se han soslayado las dificultades de su implementación como el establecimiento de nuevos tipos de relaciones con otras organizaciones como también el involucramiento y entrenamiento de los empleados, por un lado, y la reorganización del sistema de información, por el otro.

3.2. La emergencia de un estándar y metaformato (1986-1998)

El problema de la difusión comenzó a resolverse en la medida que grandes empresas forzaron a sus clientes y proveedores a avanzar en el desarrollo y adopción de estándares comunes hasta llegar al nivel industrial y nacional. Industrias como la banca, aviación, automotriz, transporte y almacenamiento, así como venta al detalle y distribución y países tales como el Reino Unido y los Estados Unidos lideraron los desarrollos (Giblin, 1991).

Incluso, hacia 1986 las Naciones Unidas aprobaron un estándar global denominado EDIFACT. Y en 1987, la Organización Internacional de Normalización adoptó la Sintaxis de EDIFACT, reconociéndola así, como el estándar internacional oficial para el intercambio electrónico de datos (Trauth y Thomas, 1993).

Inicialmente, los enlaces de comunicaciones EDI se lograban a través de comunicaciones punto a punto entre empresas, pero, posteriormente, en gran medida, fueron sustituidas por Redes de Valor Agregado (VAN) -proveedores de telecomunicaciones que arriendan líneas del operador común y proporcionan servicios tales como la traducción entre el formato de las aplicaciones computarizadas de la empresa y el formato “estándar”, una instalación de buzón electrónico donde una empresa puede colocar documentos electrónicos, copias de respaldo y registro de transacciones-. Sin embargo, el advenimiento de Internet abrió la posibilidad de cambios importantes en la forma en que estas transacciones podían ser soportadas, debido a la disponibilidad casi universal y al bajo costo de este medio de comunicaciones en los países industrializados (Schwandt, 1997).

Ratificado en 1998, el lenguaje XML fue concebido como un meta-formato, lo que quiere decir que está orientado a estandarizar estándares. Su flexibilidad y extensionabilidad permite se utilicen un conjunto común de herramientas y menores niveles de protocolo para cualquier tipo de datos. Puede decir que es marco completo para el intercambio de datos entre sistemas puesto que permite definir una serie de protocolos para la localización e identificación segura de computadoras, establecer sesiones, negociación de parámetros y uniformar modelos de datos (Walsh, 1998, Gómez Dueñas, 2011).

3.3. Usos fiscales y comerciales hacia una convergencia de intereses (1970's-2010)

Desde 1997, el Foro sobre Administración Tributaria de la OCDE aconsejó orientarse en el contribuyente y desarrollar una estrategia adecuada de cumplimiento que pudiera basarse en la asistencia, la imposición, cambios legales o una combinación de ellas. A fin de lograr una estrategia óptima de garantizar el cumplimiento propuso recurrir a la gestión de riesgos, lo cual

en términos de política se puede traducir en el sentido que los que tengan que pagar contribuyan en la medida correcta y en el momento oportuno (CTPA, 1997).

Durante 2004 y 2005 y en el 2009, la OCDE llevó a cabo una serie de encuestas entre sus miembros a fin de conocer los paquetes informáticos, tanto comerciales como propietarios, que se utilizan a fin de apoyar la recaudación, con lo cual se generó un inventario de las soluciones que están siendo adoptadas para generar la arquitectura de los sistemas de información de los entes recaudadores.

Para identificar las diferentes áreas donde se utilizan estos sistemas se desarrolló un modelo de capacidades de acuerdo con la experiencia de la oficina de recaudación de impuestos de Australia. En todas las capacidades sobresalen como proveedores IBM y Oracle, y en la capacidad de apoyo de mejora de resultados están las soluciones de SAS. Cabe destacar que entre la veintena de países que participaron en la encuesta, la oficina recaudadora de México es la que más contrata servicios informáticos comerciales en todas las capacidades referenciadas, en su mayoría basadas en el paquete de aplicaciones de Oracle (CTPA, 2010).

En 1986, un grupo de empresas se asocia en México a fin de impulsar la difusión del código de Barras. Posteriormente, en 1995, conforman un comité para difundir los estándares del Intercambio Electrónico de Datos, que dará paso a la facturación y orden de compra electrónicas, además de un marco legal que permitiera su uso. Esta organización evoluciona en la Asociación Mexicana de Estándares para el Comercio Electrónico (AMECE) en 1997 (Taller de Prácticas, 2006).

En dicho organismo se estableció un comité de factura electrónica conformado por diversas empresas comerciales y de servicios, entre las que destacamos el sector retail, logístico, automotriz, productos de consumo, banca y seguros y telecomunicaciones, además de la Asociación Mexicana de Internet y la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática junto con Sistema de Administración Tributaria (Ramírez-Vázquez y Carreón Rodríguez, 2013).

Estos esfuerzos se cimentaron en la Ley Modelo y Guía Jurídica en materia de Contratación Electrónica elaborada en 1996 por la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional a fin de hacer valer los derechos y obligaciones establecidos en comunicaciones electrónicas.

3.4. Hacia un marco legal y fiscal (1997-2007)

El Comité de Factura Electrónica del AMECE estableció un modelo y varias pruebas piloto de implementación a fin de consolidar un marco legal y fiscal para el uso de documentos electrónicos, el cual quedó establecido en el Código de Comercio (2000), Código Fiscal de la Federación (2004), Resolución Miscelánea Fiscal (2010) y la Norma Oficial Mexicana para la Conservación de Mensajes de Datos (NOM-151-SCFI-2002), entre otras regulaciones.

Esta reforma jurídica permitió la equivalencia funcional entre los documentos en papel y electrónicos, así como la manifestación de voluntad en las operaciones a través de medios electrónicos con el reconocimiento de la firma electrónica (Ríos Ruiz, 2014). Dicha firma es un conjunto de datos o mensaje electrónico generados por un emisor hacia un destinatario y con la certificación de un tercero en cuanto a la identidad del destinatario y la integridad del mensaje (Aguirre Sánchez, 2004).

A partir de 2005 los contribuyentes comenzaron a expedir facturas electrónicas y fue en la Resolución Miscelánea Fiscal del 2011 que su utilización se hizo obligatoria. En este período fueron grandes empresas nacionales e internacionales del sector de productos de gran consumo quienes fueron los pioneros en adoptarlas.

En el caso de APOTEX integrar la factura electrónica implicó realizar un estudio de la infraestructura tecnológica existente, un análisis de sus procesos, considerar el marco legal y fiscal vigente, examinar los recursos humanos y financieros disponibles, atención a los clientes y reconocer las soluciones tecnológicas disponibles. La solución compatible con su sistema ERP (Enterprise Resource Planning) fue el Enterprise Document Management System (EDS) de Oracle, el cual respondía a sus expectativas de ahorros y a la petición de las cadenas comerciales para operar bajo el esquema de facturación electrónica (AMECE, 2005).

La empresa Walmart de México se integró a los comités de trabajo a fin de definir los estándares del mensaje electrónico basados en prácticas internacionales. Posteriormente se unió al grupo de trabajo coordinado por el SAT a fin de desarrollar los Comprobantes Fiscales Digitales y diseñar las reglas para su operación. En la valoración de sus directivos, la factura electrónica cierra el ciclo comercial e implica optimizar los procesos administrativos, logísticos y de pagos donde las áreas de tecnología locales trabajan en conjunto con el corporativo para implementar una transacción electrónica adecuada a la legislación mexicana y compatible con otras transacciones con estándares internacionales (AMECE, 2006).

La empresa Liverpool participó de forma activa en las iniciativas y proyectos coordinados por la AMECE con el fin de proponer mejores prácticas del comercio electrónico basadas en los estándares GS1. Anterior a la emisión de la factura electrónica, todo su proceso era manual por lo que se procedió a automatizarlo involucrando a las áreas de crédito, informática, contraloría, auditoría interna, fiscal y logística. Dentro de las configuraciones y desarrollos que realizaron se encuentra la adaptación de la facturación al sistema de clientes para que se pudiera comunicar con su solución tecnológica para la emisión y recepción de factura electrónica, así como con una integración con un tercero para generar el sello digital. Posteriormente se dio a la tarea de añadir la funcionalidad para gestionar y controlar las series junto con los folios de las facturas. Adicionalmente se diseñó un sistema de alarmas para avisar sobre los vencimientos de los folios y solicitar más al SAT. El equipo también construyó una funcionalidad para emitir el reporte mensual desde el área de Auditoría de Ventas y poder enviarlo al régimen fiscal del SAT a través de un medio FTP. El proyecto también requirió configurar el módulo de finanzas del sistema de información empresarial (Núñez Acevedo, 2009).

3.5. *La emergencia del agente regulador y la adopción de soluciones tecnológicas (1997-2018)*

A fin de aplicar la legislación fiscal y aduanera en México se creó en 1997 el Sistema de Administración Tributaria (SAT). Se reconoce como la autoridad fiscal, entre sus propósitos está la recaudación tributaria a través de herramientas que faciliten el cumplimiento voluntario de las obligaciones fiscales. (Ley del Servicio de Administración Tributaria, 1995).

A partir del 2004 comienzan a utilizarse las herramientas electrónicas en la Administración Tributaria. Así se establecen el documento digital, mensaje de datos con información generada, enviada, recibida o archivada por medios electrónicos u ópticos; la firma electrónica, a fin de identificar indubitablemente al emisor del mensaje; el sello digital, mensaje electrónico para acreditar que el documento digital fue recibido por la autoridad (una especie de acuse de recibido) y el certificado de sello digital, documento electrónico que garantiza que emisor y receptor se identifican con su clave respectiva para firmar sus documentos digitales (Prodecon, 2013).

Este certificado contiene un número de identificación, una clave pública, los datos personales que registran al propietario de la clave pública, las características propias de la

clave, la vigencia del certificado y los datos particulares de la agencia certificadora, así como su firma electrónica. Funciona gracias a un algoritmo de encriptación, lo que está cifrado en la llave privada sólo puede ser descifrado por la llave pública y viceversa. Cada usuario tiene la responsabilidad de proteger y mantener en secreto su llave privada, mientras que las llaves públicas son almacenadas por la Autoridad Registradora Central en una base de datos en Internet (Martínez Coss, 2006). Este sistema de seguridad ha sido diseñado y es administrado por el Banco de México a fin de fortalecer la seguridad de la información que se transmite en el sistema financiero y tributario. La estructura del sistema puede crecer gradualmente de acuerdo con las necesidades de los diferentes usuarios y permite que la administración de las claves quede distribuida entre diversos participantes, estableciendo para ello varios servidores de certificados digitales interconectados (DGSPR- Banxico, 2011).

Posteriormente, desde el ejercicio fiscal 2014 se realizaron mejoras a los servicios electrónicos existentes y se diseñaron otros asociados al ciclo tributario, tales como la notificación, la contabilidad, la revisión y auditorías electrónicas, y se generalizó la obligación de emitir comprobantes fiscales por internet (AMEXIPAC-SAT, 2018).

El Buzón Tributario es un sistema de comunicación ubicado en la página de Internet del SAT donde los contribuyentes pueden interactuar e intercambiar información, notificaciones, datos y toda clase de documentos en tiempo real con la autoridad fiscal. Cada contribuyente tiene asignado su propio buzón, el cual concentra una gran cantidad de trámites, que van desde los que permiten actualizar información fiscal en el Registro Federal de Contribuyentes hasta las solicitudes de revocación, así como todo tipo de notificaciones de cualquier acto o resolución administrativa que emita la autoridad fiscal (Prodecon, 2013, AMEXIPAC-SAT, 2018).

La contabilidad electrónica es el registro de las transacciones en medios electrónicos que realizan los contribuyentes, así como el envío de archivos en lenguaje de marcas extensible a través del Buzón Tributario ubicado en la página de Internet del SAT. Aquella herramienta tecnológica, permite a los contribuyentes reportar en forma mensual los ingresos, y remitir la balanza de comprobación y el catálogo de cuentas con el código agrupador del SAT que facilita su interpretación.

A fin de emitir los comprobantes fiscales por Internet, se desarrolló la aplicación "Mis Cuentas" con la finalidad de facilitar a los contribuyentes del Régimen de Incorporación Fiscal el cumplimiento de sus obligaciones fiscales. Así fue posible auxiliar a que los contribuyentes elaborasen sus facturas con mínimos de errores al contar con múltiples ayudas para facilitar su registro, como lo es el uso de catálogos que unifican la información, el uso de reglas de validación que aseguran que el dato sea el correcto, así como patrones que posibilitan que el dato se registre de forma que apruebe la validación. A partir de 2017 se actualizó la forma de elaborar las facturas electrónicas (actualizaciones realizadas al estándar tecnológico) con el propósito de obtener mejor calidad en la información que ingresa al Servicio de Administración Tributaria, y con ella poder ofrecer otros servicios digitales a los contribuyentes: entre éstos, las declaraciones prellenadas, que consiste en la precarga de información del comprobante fiscal digital por Internet con base en la información de ingresos y deducciones.

Estas herramientas se han desarrollado con recursos tecnológicos que ha sido proporcionados mediante contratos de tecnología tercerizados. Entre estos contratos podemos destacar el de licenciamiento para la operación de la plataforma analítica y los modelos de riesgo, el de servicios administrados de cómputo en la nube, el de servicio de mantenimiento y soporte del software Jackbe para obtener información de la situación del contribuyente en tiempo real, el de servicio de certificación de seguridad informática de terceros para evaluar los

controles de la TIC de los Proveedores Autorizados de Certificación, el de acreditación de identidad para la emisión del certificado digital de firma electrónica.

Las comunicaciones digitales se dan, también, por medio de servicios tercerizados contratados por la institución en los que existen las comunicaciones dentro de los centros de datos, las cuales enlazan los activos tecnológicos físicos y virtuales; así como las comunicaciones entre los centros de datos, la nube y los inmuebles del SAT (SAT, 2018).

3.6. El establecimiento de la política de contabilidad electrónica (2002-2016)

De acuerdo con Hernández Rodríguez y Galindo Cosme (2017) podríamos considerar el inicio de la Administración Electrónica Gubernamental a partir de agosto del 2002, cuando se estableció de manera generalizada el pago de contribuciones provisionales por medio del Nuevo Esquema de Pagos Electrónicos y en marzo del año 2003, la declaración anual de las personas morales se envió con el formato denominado “Documentos Electrónicos Múltiples”.

Siguiendo a Hernández Rodríguez y Galindo Cosme (2017) durante ese mismo año, 2003, el Código de Comercio sufre modificaciones para incluir en el Título Segundo, "El comercio electrónico", donde se establecen una serie de artículos basados en la ley modelo de UNCITRAL. En este ordenamiento se contempla los requisitos para el uso de firmas electrónicas.

A continuación, en el 2004 el CFF sufre modificaciones para introducir la obligación de los contribuyentes en el uso de la Firma Electrónica Avanzada, así como su asignación a personas físicas y morales. Durante su vigencia, el contribuyente podía emitir comprobantes fiscales con sus propios medios. La expedición de facturas electrónicas sólo fue accesible a quienes tuvieron las capacidades tecnológicas para hacerlo. Eran pocas las soluciones tecnológicas existentes en el mercado. Ante esta situación, convivieron de manera conjunta la impresión en papel y la facturación electrónica (AMEXIPAC-SAT, 2018).

En el 2011, se implementaron las normativas del Comprobante Fiscal Digital por Internet. Indicaban menores requisitos a cumplir para su validez. Impulsaban al contribuyente a contar con firma electrónica, emitir un certificado de sello digital y, en su caso, contratar un Proveedor Autorizado de Certificación o utilizar la herramienta gratuita del SAT a fin de sellar y timbrar los comprobantes fiscales, además de contar con una aplicación para generar archivos XML, esto es, un sistema informático para emitir facturas electrónicas (Castellanos Unda, 2018).

Entonces, con las facturas electrónicas se automatizan los procesos de control y verificación de obligaciones fiscales, además de disminuir los riesgos de fraude y evasión fiscal por la firma electrónica y los certificados de sellos digital.

Asimismo, las facturas electrónicas al alimentar los registros contables en los rubros de ingresos percibidos, inversiones y erogaciones, retenciones y acreditamientos coadyuvaron a reflejar gran parte de la contabilidad de los contribuyentes.

Cabe destacar que la normativa de la facturación electrónica crea la figura del Proveedor Autorizado de Comprobantes Fiscales Digitales. Se trata de empresas de soluciones tecnológicas cuya finalidad es ofrecer servicios que faciliten la expedición de las facturas electrónicas al validar, asignar folio y sellar el certificado de sello digital de los archivos XML, permitiendo tener un rastro fiscal para la auditoría de ingresos y deducciones derivados de las transacciones comerciales.

De acuerdo con Erosa (2013), para noviembre del 2010 había cerca de una treintena de proveedores de software de facturación electrónica autorizados por el SAT mientras que para

julio del 2013, la cifra había aumentado a más de 100, paralelamente se había creado un mercado para los anteriores impresores autorizados y algunos despachos de contabilidad que abastecían de folios fiscales, en particular, de pequeñas series para personas físicas y pequeños contribuyentes. En el año 2012 se expide la Ley de Firma Electrónica Avanzada que determina que serían la Secretaría de la Función Pública, la Secretaría de Economía y el Sistema de Administración Tributaria quienes reconocerían a los Proveedores Autorizados de Certificación, entre los que se encontraban corredores públicos, notarios, personas morales e instituciones públicas.

En la política de ingresos se observó un cambio en el marco tributario a fin de fortalecer la capacidad recaudatoria, simplificar el pago de impuestos, garantizar la progresividad y combatir la informalidad. Se estableció un nuevo régimen de incorporación fiscal a fin de que los pequeños contribuyentes y los que permanecían en la informalidad se registrarán en el padrón fiscal y comenzaran a cumplir sus obligaciones para lo cual se ofrecieron incentivos y una plataforma tecnológica para realizar la contabilidad y facturación electrónica, además de presentar declaraciones denominada "Mis Cuentas".

A fin de auxiliar a los contribuyentes en esta tarea también se crea la figura del Prestador de Servicios de Recepción de Documentos Digitales quienes contraen las obligaciones de tener el equipamiento informático para llevar a cabo las operaciones, resguardo y seguridad de la información para proveedores de certificación.

Finalmente, el Código Fiscal de la Federación de 2014 señala la obligación de llevar el registro electrónico y el envío por medios electrónicos de la contabilidad. En la Resolución de la Miscelánea Fiscal 2014 se señalan las reglas que la regulan. También, se eliminan los diversos esquemas para la comprobación fiscal dejando sólo el Comprobante Fiscal Digital por Internet. Así se vuelve obligatorio desde el 2015 para prácticamente la totalidad de los contribuyentes el enviar su catálogo de cuentas y sus 13 balanzas de comprobación, además de, en el caso que la autoridad lo demande o se solicite devolución o compensación, pólizas contables y auxiliares (Araceli, 2014; Romero Nava, 2016).

3.7. Tasa de adopción y sensibilidad de los usuarios (90's-2017)

A mediados de los años noventa el Banco de México procuraba reformas en los procedimientos de pago por la aplicación de los estándares financieros EDI, así como adoptaba la utilización de mensajes cifrados en UN/EDIFACT. Mientras un grupo de empresarios, asociaciones y organizaciones gubernamentales constituían el Comité EDI-México, conformado por usuarios interesados en buscar soluciones para la interoperabilidad de los estándares. Estaba conformado por el Banco de México, la Secretaría de Hacienda y Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo; la Asociación Mexicana de Código de Productos - que después mudaría a AMECE-, la Asociación Nacional de Bancos y empresas proveedoras de EDI (CEPAL, 1997).

Un estudio pionero sobre la situación del EDI en México (Whitlow y Stück, 1996; Stück y Whitlow, 1996) señalaba que los principales obstáculos para su difusión estaban en la inactividad sobre los estándares, baja confiabilidad de las telecomunicaciones y la carencia de conocimiento y entrenamiento. Se requería de personal capacitado para operarlo y de infraestructura especializada para recibir, ordenar, almacenar, asegurar la integridad de los datos y, en el caso, detectar y corregir errores (Johnstown Regional Electronic Commerce Resource Center, 1999). Una barrera adicional era la escasa posibilidad de hacer intercambios con los

socios comerciales (Chute, 1996).

La mayor penetración estaba en el sector automotriz, con el 75% de los usuarios, mientras que la banca representaba el 15% y el comercio detallista el 10% (Whitlow y Stück, 1996; Stück y Whitlow, 1996). Entre las empresas destacadas en el uso de mensajes electrónicos e inversiones en infraestructura se mencionaba a la Volkswagen, como la primera empresa en llevar el EDI a la ciudad de México (Smith, 1996), Vitro, fabricante de vidrio, invirtiendo varios millones de dólares en un sistema para realizar pedidos y expedir facturas, Banamex, el principal banco en el país, desarrolló la banca electrónica por Internet (Koprowski et al., 1998). Entre las compañías comerciales usuarias estaban filiales de grupos estadounidenses tales como Walmart, Sam's Club o H.E.B. Mientras que en el sector bancario los más grandes como el Banco de México, Banamex y Bital, entre otros, manejaban corrientemente los pagos interbancarios y la transferencia de fondos por medios electrónicos (Castillo Mireles, 1998). Para 1999, la mayoría de los usuarios eran grandes empresas (mayores a 250 empleados), que habían adoptado el EDI para sus procesos de negocios, en mayor medida con sus clientes que con sus proveedores y por coerción competitiva (Erosa, 1999; Pulido de Solís, 1999). La utilización que se le daba era más comercial que financiera, mientras que en el sector automotriz y de establecimientos comerciales comenzaba a utilizarse en la logística.

Mientras tanto los proveedores se encontraban compitiendo por desarrollar soluciones seguras y con garantías. Su oferta integraba a una serie de softwares traductores, servicios de consultoría, proyectos de expansión y el EDI por Internet. Para 2002, las representaciones de IBM y Microsoft en México estaban ofreciendo soluciones basadas en repositorios comunes de EDI/XML (Aguilar Lacavex, 2002). Su expansión en el mercado cubría a los sectores de la industria de la manufactura, automotriz, retail, farmacéutica, bancario, marítimo, ferroviario y aduanal (Tizoc Aguilar, 1999).

En este contexto, la presencia de pymes era mínimo pues sólo un 28% de las pequeñas y 62% de las medianas tenía acceso a un equipo informático (INEGI, 1998) y casi el 14% a algún técnico en informática para su desarrollo y gestión, lo cual limitaba los esfuerzos de los gobiernos y la iniciativa privada para la promoción de la economía digital, los portales de servicios y soluciones en línea así como la mejora y extensión de la infraestructura de telecomunicaciones, así como la puesta a punto de un marco legal para las transacciones y los pagos electrónicos (Palacios, 2001).

El Censo Industrial de 2004 incorporó una pregunta sobre los usos de TI la cual reveló un patrón de difusión dominado por los usos administrativos, seguido de la utilización para relacionarse con clientes y proveedores y, en última instancia, para mejorar sus procesos internos (INEGI, 2005 citado en González, 2013). En 2005, un estudio practicado a empresas manufactureras, comerciales y de servicios de la ciudad de San Luis Potosí (Amorós, Planellas y Batista-Foguet, 2007), reveló que prácticamente la mitad de las pymes usaban ya el correo electrónico para comunicarse y que sólo una décima parte tenía un uso más sofisticado de Internet. Un estudio realizado por Nielsen y Visa en 2008 (González, 20013), arrojaba que las mipymes mexicanas consultaban corrientemente el Internet, pero no necesariamente para hacer negocios pues sólo el 4% lo utilizaba para levantar pedidos o hacer compras.

Otros estudios más recientes realizados en diversas latitudes de México revelan el avance en la penetración de los equipos informáticos y el Internet, sin embargo, revelan una subutilización (Esparza, Navarrete y Sansores, 2012; Ibarra, Cervantes y González, 2013; Jurado, 2014; Buenrostro Mercado, 2015). Al sur del país, se mostró que las MiPyME que utilizan las TIC en mayor medida atienden la capacitación de sus empleados y sus gerentes o

propietarios cuanta con una mayor escolaridad. En el norte del país, el nivel de adopción de las PYMEs manufactureras mostró bajos niveles: las TIC utilizadas fueron las más básicas y con menores efectos en su competitividad. En el centro de país, una microempresa urbana típica preponderantemente las utilizaba para el inventario de almacén, la contabilidad y el seguimiento de pedidos. Así las mipymes de esta región cuentan con un nivel relativo alto de equipamiento básico (computadora y acceso a Internet), si bien hay diferencias sectoriales. Realizan un esfuerzo considerable en inversión en TI pero, al parecer por la subutilización de herramientas, no viene acompañado de cambios en la organización y capacitación. En los estudios de esta región se destaca un uso más complejo de TI en actividades administrativas de facturación y de contabilidad y nómina si bien se encuentran polarizados sectorialmente, siendo mucho más comunes en comercio, transporte y construcción y menos frecuentes en los servicios educativos y de salud.

En cuanto a la difusión de la facturación electrónica en pymes, el trabajo de Erosa (2013) con pequeños comerciantes reveló una apropiación limitada de la tecnología, pues se enfatizaban los requisitos (la compra del software y la obtención del certificado de firma electrónica), la preparación (infraestructura y capital humano disponibles), riesgos (tasa de retorno de la inversión y la seguridad relativa) beneficios operativos y transaccionales (reducción de costos y mantener a los socios comerciales) pero se soslayaba las brechas cognitivas (carencia de información respecto a los folios y la firma electrónica, la integración de información comercial o adenda a los comprobantes fiscales, el software comercial y la capacitación por parte de sus proveedores y la cultura de negocios tradicional predominante).

En lo concerniente a la adopción de la contabilidad electrónica de 5 millones de contribuyentes obligados a realizar su contabilidad electrónica sólo el 2.4% cumplió con dicho requerimiento durante 2015 (SAT, 2016). Se hicieron sendas encuestas en 2015 y 2016 para describir y predecir la conducta de los contribuyentes (Rodríguez-Venegas, Archundia y Olvera, 2016, Rodríguez-Venegas, 2017; Rodríguez-Venegas y Espinoza Mosqueda, 2017).

En la indagación con despachos contables (Rodríguez-Venegas, 2017), éstos afirmaron que sólo el 8% de su cartera de clientes cumplió en tiempo y forma, mientras que cuando se investigó directamente con contribuyentes (Rodríguez-Venegas, Archundia y Olvera, 2016) el número creció al 52%. Posiblemente la discrepancia se debe a que el grueso de la cartera de clientes de los despachos se concentre en pequeños contribuyentes -que no estaban obligados a presentar su contabilidad en 2015- y los respondientes en la encuesta directa tiene un sesgo a contribuyentes de mayor talla -quienes estaban obligados. En cuanto a las barreras para la implementación, ocho de cada diez contribuyentes no consideraron que las hubiera -relacionadas a los proveedores, las limitantes del sistema o fallas de conectividad, éstas de carácter externo, ni tampoco en la falta de recursos, resistencia al cambio o dificultades para identificar beneficios- mientras que siete de cada diez despachos de contadores consideraron que había una alta incertidumbre en la eficacia del sistema y la mitad declararon problemas de conectividad. En la muestra de contribuyentes, un 80% considera un amplio abanico de beneficios por la adopción, en particular los relativos a la oportunidad, exactitud, seguridad de la información, ahorro en los tiempos de captura, revisión y reproceso y aumento en la productividad mientras que cerca del 60% de los contadores coincide en valorar positivamente la confiabilidad de la información en los reportes.

El trabajo de Rodríguez-Venegas y Espinoza Mosqueda (2017) reveló que el 64% de las empresas encuestadas reconocían una actitud favorable de su staff a la contabilidad electrónica en la medida que reconocían beneficios de su adopción. Entre las acciones de alta prioridad destacaron la capacitación del personal de los departamentos contables, así como la

conformación de un equipo de trabajo y, como de media prioridad, asignar recursos para este equipo de implementación y alistar un sistema paralelo con el software previo o actualizado (Rodríguez-Venegas, Archundia y Olvera, 2016). En cuanto a la implementación la mitad de las empresas no está dispuesta a gastar más de mil dólares en software y consultoría y entre el 30-40% no más de dos mil (Rodríguez-Venegas, Archundia y Olvera, 2016, Rodríguez-Venegas, 2017). Entre los contribuyentes, el 44% prefería llevar la contabilidad electrónica en la empresa sin contar con asesoría externa y el 30% como un servicio totalmente externalizado (Rodríguez-Venegas, Archundia y Olvera, 2016).

Con respecto a los modelos predictivos son dos las variables clave que explican el cumplimiento: las habilidades para mantener los estados financieros integrados y corregidos (Rodríguez-Venegas y Espinoza, 2017) y el nivel de inversión en software y consultoría (Rodríguez-Venegas, 2017).

3.8. La resistencia a la adopción (2014-2019)

A partir de la publicación de la Resolución Miscelánea Fiscal del 2015 se volvió obligatorio llevar el registro electrónico y envío por medios electrónicos de la contabilidad, sin embargo, un conjunto de interesados solicitó al Servicio de Administración Tributaria (SAT) aplazar esa obligación, con el argumento de que muchas empresas del país no tenían las herramientas necesarias para el cumplimiento -se estimaba que sólo el 4% estaba en condiciones de hacerlo (Carrillo y González, 2015)-.

Adicionalmente, un conjunto de empresas se amparó ante tal ordenamiento con diversos argumentos: una contradicción con el Código de Comercio sobre lineamientos mínimos para llevar un sistema contable, el delito de llevar dos sistemas contables, uno fiscal y otro operativo; violaciones a la seguridad jurídica sobre la certidumbre sobre el tipo de contabilidad que tiene que llevarse a través de medios electrónicos, la incorporación de la totalidad de conceptos que integran la contabilidad del contribuyente.

De acuerdo con el Consejo Coordinador Empresarial, casi cien mil empresas interpusieron a título personal juicios de amparo indirectos (Gutiérrez Candiani, 2015) mientras la Dirección General de Estadística Judicial del Consejo de la Judicatura Federal consigna que se promovieron un total de 35,307 del 01 de enero al 10 de agosto del 2015 (Acuerdo General 10/2015, SCJN).

Finalmente, la Segunda Sala de la Suprema Corte de Justicia declaró que las diversas disposiciones legales, reglamentarias y administrativas que regulan lo referente al buzón tributario, la contabilidad electrónica y las revisiones electrónicas, establecen un modelo de comunicación entre la autoridad hacendaria y los contribuyentes, compatible con el orden constitucional, mediante el empleo de nuevas tecnologías en materia de comunicación e información, de manera que su regulación es clara, no produce ninguna afectación arbitraria y facilita el cumplimiento de sus obligaciones fiscales, agilizando los procedimientos de recaudación y comprobación (2a./J.144/2016, 2a./J.141/2016, 2a./J.142/2016, 2a./J.140/2016, 2a./J.147/2016, 2a./J.139/2016, 2a./J.145/2016, 2a./J.136/2016, I.10o.A.35 A). Así la Contabilidad Electrónica se considera de aplicación obligatoria a partir del 03 de noviembre del 2016.

De acuerdo con Ferrer Santos (2018) la gran mayoría de los contribuyentes que se ampararon lo hicieron... *convencidos de las inconstitucionalidades que plantearon; pero sobre todo, con la finalidad de ganar tiempo para que revisaran de manera minuciosa*

su contabilidad, y en su caso corregirla, para cumplir de manera correcta, debida y congruente con la señalada obligación sustantiva de ingresar y/o enviar de forma mensual, información de la contabilidad electrónica a través de la página de Internet del “SAT”.

Estos grupos han encontrado otros foros para exponer su inconformidad, por ejemplo, durante el 2019 hubo una serie de eventos a fin de analizar, discutir y aprobar el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) organizados por la Cámara de Diputados, y en la opinión de la Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública (tras consultar a diversos agentes entre los que destacamos a varios grupos, tales como *thinktanks* o asociaciones dependientes de grupos de empresarios como el Centro de Estudios Espinosa Yglesias, el Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico y el Consejo Coordinador Empresarial) el sugerir que para efectos de llevar a cabo una simplificación del régimen de obligaciones fiscales habría que eliminar la Contabilidad Electrónica dada la implementación del Comprobantes Fiscal por Internet (Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública, 2019).

4. Resultados

Las funciones del sistema de innovación se refieren a criterios de evaluación de los procesos clave, esto es, cómo es que los sistemas se desempeñan (Hekkert, Negro, Heimeriks y Harmsen, 2011). Al ser un estudio exploratorio con base a las narrativas establecidas se hará un análisis sobre las condiciones del desarrollo del sistema de innovación.

4.1. Análisis funcional del sistema de innovación

4.1.1. Función empresarial

Se refiere a las acciones para crear y sacar ventaja de las oportunidades de negocio, pueden ser por parte de nuevos entrantes o establecimientos vigentes que se diversifican hacia nuevos desarrollos (Hekkert et al., 2007).

Existen varios detonantes del emprendimiento en la contabilidad electrónica. Por una parte, las necesidades de los estados nacionales y sus agencias tributarias para disminuir el riesgo de cumplimiento, segundo, los procesos de expansión y desarrollo de nuevos mercados por parte de las empresas multinacionales y, el tercero el nivel de desarrollo de las capacidades nacionales para utilizar e interactuar con tecnologías de información y comunicaciones.

La OCDE señala potenciales problemas para gestionar el riesgo de cumplimiento y sugiere la contratación de ciertos servicios tales como pruebas de concepto, mercados y percepción, así como de capacitación para aumentar el uso de TI y apoyar los procesos de decisión empresarial (CTPA, 2010).

El trabajo de la AMECE por crear marcos jurídicos y fiscales para definir el mensaje electrónico y coordinar el trabajo operativo de diversas industrias revela un gran espíritu empresarial. Las empresas que colaboraron en los diferentes comités gestionaron recursos al interior y exterior de sus organizaciones a fin de implementar procesos de prueba entre sus diferentes áreas, localizaciones y proveedores.

Los cambios de orden legal dieron origen a un mercado concesionado para los servicios de certificación en tiempo real, donde las grandes empresas tales como Microsoft, Oracle, JD

Edwards, BAAN, People Soft agregaron nuevas líneas de negocios mientras que los Proveedores Autorizados de Certificación desarrollaron a partir de diversas plataformas (NET, Java, o PHP) software para generar facturas electrónicas y proveer servicios de validación, timbrado, sellados y agregación de folios, además de otros servicios complementarios como aplicaciones de control de inventario y gestión de la nómina.

Así los requerimientos legales tanto para sus clientes y los proveedores de servicios en cuanto a la disponibilidad de infraestructura dinamizó el mercado de servicios facilitadores de TI tales como los centros datos, que en México están dominados por empresas tales como KIO, Servnet, Triara o RedIT. Así, la contabilidad electrónica ayudó a dinamizar diversos mercados de la TI e incluso a grupos de desarrollo dentro de las empresas, pero sin demandar aplicaciones y soluciones disruptivas.

4.1.2. Desarrollo de conocimiento

Se refiere a la experiencia del aprendizaje, en particular, el esfuerzo por crear conocimiento (Hekkert et al, 2007), pero también a las condiciones en que diversos cambios se implementan (Zangwill y Kantor, 2000).

Para el desarrollo de la solución, hubo que enfrentar diversos retos tecnológicos como el de interoperabilidad entre protocolos de comunicación entre los equipos y las redes de servidores locales, así como con el Internet, el desarrollo de software de compilación entre diferentes lenguajes, el desarrollo de soluciones tecnológicas para el intercambio y almacenamiento de archivos y comunicaciones interactivas por parte de la industria de telecomunicaciones, los problemas de seguridad, confidencialidad e integridad de la información, así como de identificación y certificación del emisor, el desarrollo de tecnologías de encriptación, así como del resguardo y seguridad de información a través de sistemas extendidos de almacenaje tanto físicos como en red, entre otros.

Cabe destacar que en las narrativas precedentes no aparecen las instituciones mexicanas dedicadas al fomento y generación de conocimiento en el sector académico o empresarial (p.ej. el principal programa de apoyo a la industria del Software PROSOFT o el programa de estímulo a la innovación PEI). De acuerdo con la Academia Mexicana de Computación, la industria del software en México se ha formado de la mano de trasnacionales y el apoyo de la academia generando una comunidad que se centra en la docencia y la comercialización, así como una pequeña parte en el desarrollo. Las demandas de la autenticación de transacciones, la factura y contabilidad electrónica han generado una oportunidad para las empresas mexicanas de ingeniería de software en soluciones contables, fiscales y administrativas. Este desarrollo se acompaña de diversos servicios entre los que podemos destacar la consultoría y capacitación en particular en aquellas competencias que no se tienen en las empresas y que suelen subcontratarse.

A lo largo de este trabajo se ha reiterado como una barrera para la adopción de la tecnología de comunicación de mensajes electrónicos la carencia de conocimiento, entrenamiento y experiencia. En el discurso de las escuelas vocacionales y profesionales el énfasis está en las revisiones curriculares que reiteran el entrenamiento en las nuevas tecnologías y el uso de éstas en la práctica docente pero no en una formación en un ambiente de uso de las aplicaciones y soluciones puestas en práctica por las empresas.

En la práctica de las microempresas se menciona la urgencia de pasar de una contabilidad simple a una analítica, pues además de ser un requerimiento legal, le va a permitir

tener un diagnóstico financiero en tiempo real de la empresa y poder establecer una planeación estratégica. En el caso de los contadores y los contribuyentes el énfasis está en desarrollar las competencias para cumplir con las obligaciones fiscales.

4.1.3. Difusión de conocimiento por redes

Esta función se refiere al intercambio de información en contexto heterogéneos y su evolución (Hekkert et al, 2007) así como al mapeo de los diversos agentes que intervienen.

Las empresas se asociaban para establecer estándares y marcos legales, además de convertirse en agentes difusores de las nuevas tecnologías a través de grupos de trabajo, la organización de ferias y foros para captar más socios y tener espacios demostrativos y de intercambio de experiencia, la elaboración de encuestas y estudios para calibrar su impacto.

Paralelamente, las empresas proveedoras buscaban promover sus servicios y penetrar mercado a través de sociedades y plataformas para demostrar sus productos y hacer economías de escala para abaratar las cuotas de sus servicios.

A través de outsourcing, coordinación de sus capacidades internas y regulación de los jugadores en los mercados, el sector público avanzaba en sus procesos de modernización y reingeniería para adaptarse a las necesidades de infraestructura y organización para la implementación de las soluciones.

Participan varios actores: donde la fuente de cambio es el SAT. Desde la demanda operan las empresas usuarias finales de la aplicación de software para la emisión de facturas, así como sus propios clientes quienes reciben el documento como evidencia de su compra junto con los contadores responsables del registro fiscal y de los informes obligatorios. En función de apoyo están las agencias de control de folios, los proveedores del software, los certificadores y una serie de proveedores de servicios de capacitación y consultores quienes participan como receptores intermedios de los documentos electrónicos.

4.2. Guía de búsqueda

Se refiere a los objetivos propuestos por el gobierno o la industria por el uso de cierta tecnología, incluye las actividades que influyen la visibilidad y la claridad de los deseos específicos entre los usuarios de tecnología (Hekkert et al, 2007).

Si bien el Comité de Asuntos Fiscales de la OCDE tiene una influencia directa sobre el SAT en lo que respecta a la soluciones tecnológicas que debieron implementarse, también otros grupos de interés en torno al comercio electrónico, desde la UNCTAD y el grupo de empresas alrededor de la AMECE y de otras agencias de gobierno y grupos económicos como la Secretaría de Economía, el Banco de México y la Asociación de Bancos, influyeron en las alternativas tecnológicas exploradas y explotadas en lo referente al tema de la facturación electrónica y su certificación.

El SAT establece el nivel de servicio, y en cierto sentido la agenda de innovación puesto que debe orientar sus recursos a la investigación e incorporación de nuevas tecnologías en apoyo a las funciones recaudadora, fiscalizadora y aduanera. En el caso de la contabilidad electrónica esta guía se formaliza a través del Anexo 24 de la RMF 2015 y pone el estándar mínimo a cumplir a través de sus herramientas gratuitas que facilitan el cumplimiento de las obligaciones fiscales ¿Hay influencia del SAT en el consumo de TI por las empresas? Un buen número de empresas han adoptado tecnologías de información y comunicación para interactuar

con sus socios comerciales -a fin de conservarlos-, realizar diversos trámites y pagos, con el gobierno y la banca, tomar pedidos y expedir facturas a clientes, para lo cual se han auxiliado más de software de tipo administrativo.

En la medida que internalicen estas tareas y eviten la subcontratación estarán en posibilidades de avanzar en la adquisición y explotación de software de control de procesos y, para aprovechar la contabilidad electrónica, de software de control de la gestión.

En cuanto a los objetivos a largo plazo de la política tributaria del SAT de introducir medios electrónicos a fin de mejorar la recaudación y aumentar la base tributaria por combate a la informalidad se ha cumplido en forma limitada. De acuerdo con García, Puga, Varela y Monroy (2017) se ha incidido en la evasión fiscal mientras que el incremento de los contribuyentes enfrenta dos grandes limitaciones: la falta de infraestructura tecnológica y la carencia de incentivos.

Cabe resaltar una sustancial mejora en el acceso y una ligera mejoría en la disminución de la informalidad durante la presente década (Banco Mundial, 2019, INEGI, 2019). El brinco tan elevado en la penetración podría asociarse a la reforma constitucional en materia de telecomunicaciones del 2013 que pretendía establecer como derecho el acceso a los servicios de Internet y, de acuerdo con expertos, a la proliferación de puntos de acceso público y el decremento en los costos de dispositivos de conexión. Razones que se asocian con el segmento de mayor cambio que fue el nivel socio-económico de ingresos más bajos, que también concentra la ocupación informal, el cual triplicó su número de internautas en el mismo período (Martínez, 2018).

4.3. Formación de mercado

Especifica las condiciones en las cuales la nueva tecnología se introduce en el mercado, el cual puede implicar diversos mercados temporales o de nicho o incluso regímenes fiscales favorables a la adopción (Hekkert et al, 2007).

En cuanto a las soluciones tecnológicas puestas en marcha por el SAT para la recaudación y fiscalización podemos hablar de un mercado reservado. En ocasiones por el alcance de los proyectos o la necesidad de disminuir los riesgos tecnológicos, la política ha sido de subcontratación en particular de soluciones desarrolladas foráneamente por las grandes empresas del sector TI. Por otro lado, el mercado de servicios del intercambio electrónico de datos comenzó a gestarse de la mano del requerimiento de los socios internacionales, así como de la incorporación en la oferta de los proveedores globales especializados tanto de telecomunicaciones, hardware y software.

Los servicios de certificación abrieron un nicho de mercado para empresas establecidas tales como corredurías públicas, notarías, personas morales e instituciones públicas, y para la asignación de folios y timbres electrónicos se apuntaron imprentas y contadores públicos.

En la facturación se generó un nicho para el software puesto que la facturación está incorporada al ciclo de negocios con lo cual contribuye al desarrollo de sistemas de planeación de recursos donde los softwares de contabilidad, nómina e inventario contribuyen a facilitar las tareas.

La demanda para disponer de estrategias de soluciones tecnológicas a los negocios para la administración y control de sus operaciones propició el surgimiento de consorcios dedicados a la ingeniería de sistemas informáticos, que han desarrollado software, y programas para el registro de la contabilidad y la administración de los recursos financieros tanto para empresas

grandes como para pequeños emprendedores.

Por último, la implementación de esta plataforma tecnológica le permite al SAT acceder a un gran volumen de información en tiempo real con lo cual lo habilita para realizar análisis del comportamiento de los contribuyentes a fin de fiscalizarlos. Para esta actividad se abren un conjunto de oportunidades de exploración y explotación tecnológicas desde el Big Data, Business Intelligence o Inteligencia Artificial.

4.4. Movilización de recursos

Esta función representa la asignación de recursos para las actividades en el sistema de innovación y puede mapearse a través de la percepción de los diversos actores (Hekkert et al, 2007) (o contextos para agenciarse recursos).

Las empresas que colaboraron en los diferentes comités gestionaron recursos al interior y exterior de sus organizaciones a fin de implementar procesos de prueba entre sus diferentes áreas, localizaciones y proveedores.

La difusión de una serie de tecnologías vinculadas a la contabilidad electrónica permite que una parte del mercado esté familiarizado con ella. Así aprovecha las negociaciones y coaliciones que se hayan tejido anteriormente para permitir los procesos de difusión. Las industrias pioneras y que más operan en red como el comercio minorista o la automotriz pueden ser claves para difundir las nuevas tecnologías, también actores centrales como el sector bancario puede ser un socio valioso.

Con la carga administrativa al contribuyente los intermediarios pueden ayudar a multiplicar la capacidad de respuesta en forma oportuna y de conformidad con los requerimientos. Con su involucramiento el SAT se vio en la posibilidad de auditar miles de millones de transacciones puesto que tendría capacidad limitada como interfaz frente a los millones de contribuyentes además de desahogar la necesidad de asesorar a cada uno de los contribuyentes además de su inhabilitación para prestar servicios comerciales. Por tanto, ha podido incrementar su alcance y cobertura, ya que los intermediarios fungen como una herramienta de comunicación adicional entre la autoridad y el contribuyente.

A fin de auxiliar a los contribuyentes que no disponen de equipamiento informático, el SAT dispuso una estrategia para ofrecer equipamiento con acceso a Internet en sus oficinas locales junto con asesoría fiscal.

4.5. Legitimidad y resistencia al cambio

Esta función de cuenta del surgimiento y crecimiento de los grupos de interés, así como su influencia a través de diversos mecanismos (cabildeo, atención, movilización de recursos) que les permite que la tecnología gane legitimidad y contrarreste la resistencia al cambio (Hekkert et al., 2007).

Esta tecnología puede ser juzgada como un modelo de difusión clásica, donde las empresas globales son la fuente única de desarrollo y la difusión toma una vía lineal hacia los adoptantes potenciales, quienes por un imperativo competitivo frente a sus socios comerciales deben adoptar la tecnología. Sin embargo, la legitimidad deriva de la convergencia de intereses de una serie de grupos que van adaptándola a sus necesidades y acordando el uso de estándares, primero en industrias, luego entre sectores, países y bloques comerciales.

El uso de Internet para sustituir las redes VAN como canal de transmisión de la

información, su complementariedad con el EDI y su abaratamiento resultó conveniente para el intercambio de datos. Paralelamente el surgimiento del metaformato XML facilitó la traducción de los documentos y así hacer más accesible el EDI a un mayor número de usuarios, tanto para el comercio electrónico como para implementar software de aplicaciones empresariales. La resistencia al cambio se produjo por un paulatino uso empresarial del Internet y más específicamente para el ciclo de negocios.

La convergencia de intereses entre los usos fiscales y comerciales abrió el campo para la actuación de diversos grupos que buscaron entre otras cuestiones la seguridad y amparo jurídico para el intercambio y firma electrónica de documentos, con lo que se generó un marco legal idóneo, el cual posteriormente, facilitó la implementación obligatoria del uso de la factura y contabilidad electrónicas.

Si bien hubo una mezcla de incentivos persuasivos y coercitivos tales como el trabajo público- privado, los comités de trabajo, las pruebas en empresas líderes, la aplicación paulatina, la convivencia de sistemas tecnológicos, la automatización del ciclo tributario y la puesta en marcha de infraestructura pública, y su complementación con servicios públicos y privados aún hay resistencias mismas que se resolvieron en el poder judicial.

Actualmente las principales barreras aparecen en los sistemas tecnológicos y la inversión para su conversión y adaptación, sobresale el caso de empresas multinacionales y empresas internacionales asociadas a sectores globales o líderes en exportación, como en la brecha informacional y contable que implican las prácticas empresariales, en particular de micro y pequeñas empresas.

5. Conclusiones

En esta ponencia se ha desarrollado el caso de la contabilidad electrónica en México como una innovación autoritaria. Sin embargo, hay que reconocer que operan sutilmente diversos mecanismos de mercado para su adopción y que incluso el estado los propicia. Así, en la difusión operan mecanismos institucionales y de mercado. En este contexto se conforma un sistema de innovación. De forma somera mencionaremos los mecanismos de mercado de los que se valió la imposición de una innovación autoritaria

1. Se gestiona a través de varios canales y es partir de la convergencia de intereses que va avanzando en particular a través de la definición de estándares.
2. Los organismos internacionales actúan después que se ha desarrollado la tecnología para ir perfilando estándares que se adecúen a los usos y normativas nacionales desde una perspectiva global.
3. El desarrollo de estándares es posible por la acción coordinada de una serie de agentes públicos y privados que actúan de forma organizada a través de asociaciones que facilitan la división del trabajo.
4. El compromiso de líderes en los sectores resulta una ayuda esencial para probar y familiarizar a las redes de abastecimiento con las nuevas tecnologías.
5. El involucramiento del gobierno permite legitimar la acción de los particulares y proveer de elementos legales a la competencia, dinamizar al mercado actuando como cliente, así como también orientar la tecnología hacia nuevos usos y aplicaciones.
6. A fin de multiplicar rápidamente su capacidad de provisión de servicios, atención al ciudadano y expandir su infraestructura el gobierno puede buscar la terciarización en nichos altamente especializados.

7. Estos agentes intermediarios pueden orientarse hacia barreras de tipo cognitivo y de recursos a fin de facilitar la adopción.
8. La tecnología es percibida como benéfica para los adoptantes, no solo en el nivel de cumplimiento legal, sino comercial y competitivamente, y no solo para las empresas adoptantes sino para sus propios empleados que serán los usuarios directos.
9. Los adoptantes y usuarios pueden volverse altamente dependientes o encontrar puntos de ruptura en su trayectoria que les permita desarrollar capacidades de explotación en la adopción de las tecnologías autoritarias.
10. Existen una resistencia a la adopción derivado de las onerosas inversiones en equipamiento y adaptación de la solución a los procesos y sistemas existentes, entre empresas grandes, como a brechas informacionales y contables, entre empresas de menor talla.

6. Referencias

- Abbott, A (1995) Sequence Analysis: New Methods for Old Ideas. *Annual Review of Sociology*. 21:93-113. <https://doi.org/10.1146/annurev.so.21.080195.000521>.
- Acuerdo General número 10/2015 (2015, 18 de agosto), Suprema Corte de Justicia de la Nación, *Diario Oficial de la Federación*. Ciudad de México, México.
- Aguilar Lacavex, G.G. (2002) *EDI: Presente, pasado y futuro*. Tesis de Maestría. ITESM, Ciudad de México.
- México. Aguirre Sánchez, S.S. (2004, agosto) Medios electrónicos en materia fiscal, ¿cuándo y cómo? *Liderazgo Empresarial*. Recuperado de: http://www.aguirre-consultores.com.mx/wp-content/uploads/2012/09/502c3a5216261_out.pdf.
- Álvarez Estrada, D. (2010) México: La tributación directa, cálculo de evasión en el impuesto a la renta y desafíos. En: Jiménez, J.P., Gómez Sabaini, J.C. y Podestá, A. (comps.) *Evasión y equidad en América Latina* (p. 287-324) Santiago: CEPAL.
- AMECE (2005, octubre) Apotex. Moderniza Operaciones con Alta Tecnología. Caso de Éxito sobre Factura Electrónica. Recuperado de: http://cdn2.hubspot.net/hubfs/1846849/IL-Assets/pdf/ce_APOTEX.pdf?hstc=241648477.0571d96213d516d965f0b870e6bdf08c.1566803865455.1567191266160.1567204780267.5&hssc=241648477.3.1567204780267.
- AMECE (2006, febrero) ¡En Wal-Mart Estamos Listos! Factura Electrónica. Recuperado de: http://cdn2.hubspot.net/hubfs/1846849/IL-Assets/pdf/ce_WALMART.pdf?hstc=241648477.0571d96213d516d965f0b870e6bdf08c.1566803865455.1567191266160.1567204780267.5&hssc=241648477.4.1567204780267.
- AMEXIPAC-SAT (2018, mayo). Servicios fiscales digitales en México: Evolución. Recuperado de: <http://www.amexipac.org/assets/serviciosfiscalesdigitalesen-mexico-evolucion-2018.pdf>.
- Amorós, J. E., Planellas, M., & Batista-Foguet, J. M. (2007). Does Internet technology improve performance in small and medium enterprises? Evidence from selected Mexican firms. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*, (39), 71-93.
- Araceli, G.P. (2014) Dofiscal. Recuperado de http://www.dofiscal.net/pdf/doctrina/D_DPP_RV_2013_042-A5.pdf
- Banco Mundial (2019). Personas que usan Internet (% de la población) Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.USER.ZS?locations=MX&view=chart>
- Buenrostro Mercado, E. (2015). Uso y apropiación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en las Pymes de Aguascalientes. *Entrenciencias: diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 3(6): 27-40.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1995). On the Nature, Function and Composition of Technological Systems. In *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation* (pp. 21-56). Dordrecht: Springer.
- Carrillo, L. y González, A. (2015, 27 de febrero) Aplaza el SAT e-contabilidad. *Reforma*. Recuperado de: <https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/articulo/default.aspx?id=476644&md5=ec69b0e77b9123cca6eabecfcd7353d7&ta=0dfdbac11765226904c16cb9ad1b2efe&po=4>.

- Carter, J. R., & Fredendall, L. D. (1990). The dollars and sense of electronic data interchange. *Production and Inventory Management Journal*, 31(2), 22.
- Castellanos Unda, P. (2018) *El comprobante fiscal; su validez en términos del artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación* Tesis de Maestría. Universidad Panamericana, Ciudad de México, México.
- Castillo Mireles, R. (1998) EDI puts on a sombrero. *Transportation & Distribution*, 39 (9):74-76.
- CEPAL (1997) El intercambio electrónico de datos (EDI): actividades relacionadas con su desarrollo en algunos países de las Américas. *Boletín FAL* 130. Santiago: Comisión Económica para América Latina. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/36009-intercambio-electronico-datos-edi-actividades-relacionadas-su-desarrollo-algunos>.
- Chute, A. (1996) The Mythical Value of EDI Standards. File Express, Inc, 1996.10.30 Disponible en: <http://www.filex.com/filex/edimyth.html>.
- Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública (2019) Opinión de la Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública de la Cámara de Diputados en la LXIV Legislatura respecto al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Disponible de: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/content/download/151559/757215/file/061219%20Opini%C3%B3n%20PND%20CPCP.pdf>.
- CTPA (1997) (amended 2001) *Risk Management – Practice Note. OECD Committee of Fiscal Affairs Forum on Strategic Management*. Paris: OECD.
- CTPA (2010) *Tax Reference Model—Application Software Solutions to Support Revenue Administration in Selected Countries – Information Note*. OECD Committee of Fiscal Affairs Forum on Strategic Management. Paris: OECD.
- DGSPR-Banxico (2011) *Infraestructura Extendida de Seguridad*. IES. México, DF: Dirección General de Sistemas de Pagos y Riesgos. Banco de México. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/servicios/d/%7BD4F7B45B-8725-7662-654F-7C9391558FF8%7D.pdf>.
- Erosa, V. E. (1999, August) Growing pains- introducing EDI in Mexico. In *PICMET'99 Proceedings Vol-1-Book of Summaries* (IEEE Cat. No. 99CH36310) (pp. 207-213). IEEE.
- Erosa, V. E. (2013). Technology Policy Implementation Road: Exploring Firms' Technology Readiness in a Mandatory Vertical Diffusion Environment. *Journal of Service Science and Management*, 6(05A), 20-31. doi: 10.4236/jssm.2013.65A003.
- Esparza Aguilar, J. L., Navarrete Marneou, E., y Sansores Guerrero, E. (2012). El impacto de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Gestión de las MiPyME en México. *Gestión Joven*, (8), 56-68.
- Ferrer Santos, F. (2018) Contabilidad electrónica en 2018...cumplir o cumplir. Recuperado de: <https://www.nsoaxaca.com/2018/02/19/contabilidad-electronica-en-2018cumplir-o-cumplir/>
- García, I., Puga, K., Varela, J., & Monroy, A. (2017). Contabilidad electrónica, ¿ha incrementado la recaudación fiscal en México? *Revista Contaduría Pública*, No. 61, pp.36-42.
- Giblin, M. (1991). *The impact of electronic data interchange (EDI) on Irish foreign trade and transport*. Master of Business Studies, dissertation, Dublin City University: Dublin, Ireland.
- Gómez Dueñas, L. F. (2011). XML, la base de la interoperabilidad en los sistemas de información documental. *Códices*, 3(2):105-127.
- González, E.L. (2013) *Uso, difusión y apropiación de las tecnologías de la información y comunicación en México: una aproximación desde el enfoque socio-técnico*. Tesis de Doctorado. El Colegio de México. Ciudad de México. México.
- Gutiérrez Candiani, G. (2015, 26 de junio) Colaboración con el SAT (Carpeta Informativa de la Coordinación de Comunicación Social de la LXII Legislatura de la Cámara de Diputados). Palacio de San Lázaro, México, D.F. México.
- Hekkert, M., Negro, S., Heimeriks, G., & Harmsen, R. (2011). *Technological Innovation System Analysis: A manual for analysts*. Universiteit Utrecht Faculty of Geosciences. Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation. Retrieved from: http://www.innovationsystem.net/wpcontent/uploads/2013/03/UU_02rapport_Technological_Innovation_System_Analysis.pdf.
- Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76(4), 584- 594.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.

- Hernández Rodríguez, J. y Galindo Cosme, M.I. (2017) *Estudio Práctico de la Contabilidad Electrónica*. Ciudad de México: Ediciones Fiscales ISEF.
- Hinge, K. C. (1988). *Electronic data interchange: from understanding to implementation*. AMA Membership Publications Division, American Management Association.
- Ibarra, M., González, L., & Cervantes, K. (2013, octubre). La adopción de las tecnologías de la información en las PYMES del sector manufacturero de Baja California. Documento presentado en el *XVIII Congreso internacional en Contaduría, Administración e Informática, Universidad Nacional Autónoma de México*, México, D.F., México.
- INEGI (1998) *Encuesta Nacional sobre la Conversión Informática año 2000 en el sector privado no financiero*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: Aguascalientes. México.
- INEGI (2019) Tasa de Informalidad Laboral (Estructura porcentual) Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6204482269#tabMCcollapse-Indicadores#D6204482269>.
- Johnstown Regional Electronic Commerce Resource Center (1999) Background and Peripheral Information for the Electronic Data Interchange (Edi) Course. Recuperado de: <http://www.bus.okstate.edu/sharda/mba5161/ediQic.htm>
- Jurado Páramo, R. (2014) *Desarrollo de un Modelo para la Explotación de las Tic en Pymes*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guanajuato, Salamanca, México.
- Jurisprudencia:
- 2a./J.136/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 696. 2a./J. 139/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 706. 2a./J.140/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 712. 2a./J. 141/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 713. 2a./J. 142/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 711. 2a./J. 144/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 715. 2a./J. 145/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 703. 2a./J.147/2016, [J]; 10a. Época; 2a. Sala; Gaceta S.J.F.; Libro 35, Octubre de 2016; Tomo I; Pág. 707.
- Kekre, S., & Mukhopadhyay, T. (1992). Impact of electronic data interchange technology on quality improvement and inventory reduction programs: A field study. *International Journal of Production Economics*, 28(3), 265-282.
- Koprowski, G., Case, BM; Eden, R., Stinson, D. y Thomson A. (noviembre 1998). *Back Office. Latin Trade*. 6(11),
76. Recuperado de <http://link.galegroup.com.e-revistas.ugto.mx/apps/doc/A54760232/GPS?u=ugto01&sid=GPS&xid=c7b26a42>.
- Kreuwels, C. M. (1992). Electronic data interchange: An introduction and examples of its structural impact. *Production Planning & Control*, 3(4), 381-392.
- Ley del Servicio de Administración Tributaria (1995, 15 de diciembre). *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, México.
- Martínez Coss, F. (2006). Medios Electrónicos en la Administración Tributaria. *Razón y palabra*, (49), 58. Recuperado de: <http://www.razonypalabra.org.mx/antiores/n49/bienal/Mesa%205/FernandoMartinez.pdf>
- Martínez, L.A. (2018, 17 de mayo) 7 gráficos sobre los usuarios de internet en México en 2018. *El Economista*. Recuperado de: <https://www.economista.com.mx/tecnologia/7-graficos-sobre-los-usuarios-de-internet-en-Mexico-en-2018-20180517-0077.html>.
- Monczka, R. M., & Carter, J. R. (1989). Implementing electronic data interchange. *Journal of Purchasing & Materials Management*, 25(1), 26-34.
- Negro, S. O., & Hekkert, M. P. (2008). Explaining the success of emerging technologies by innovation system functioning: the case of biomass digestion in Germany. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(4), 465- 482.
- Negro, S. O., Hekkert, M. P., & Smits, R. E. (2007). Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—a functional analysis. *Energy policy*, 35(2), 925-938.
- Nelson, R.R. A retrospective. In Nelson, R.R. (Ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, New York, pp. 505-523.
- Núñez Acevedo, E. (2009) Caso de Negocio: Liverpool aprovecha los beneficios y ahorros de la emisión de la factura electrónica. México, DF.: AMECE-GS1. Recuperado de:

- http://cdn2.hubspot.net/hubfs/1846849/IL-Assets/pdf/ce_liverpool.pdf?hstc=241648477.0571d96213d516d965f0b870e6bdf08c.1566803865455.1567191266160.1567204780267.5&hssc=241648477.5.1567204780267&t=1468271883128&submissionGuid=d5e94c50-3ffa-435a-8f23-23417fa2be0a.
- OECD (2018), *Tax Policy Reforms 2018: OECD and Selected Partner Economies*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264304468-en>
- Palacios, J.J. (2001, December) "Globalization and E-Commerce: Growth and Impacts in Mexico". Center for Strategic Development Studies University of Guadalajara, Guadalajara, Mexico. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/8125/469571f3f8a641d560a4a1d1f0b6c7eb8356.pdf>.
- Premkumar, G., Ramamurthy, K., & Nilakanta, S. (1994). Implementation of electronic data interchange: an innovation diffusion perspective. *Journal of Management Information Systems*, 11(2), 157-186.
- Prodecon (2013, diciembre) "El Buzón Tributario" a la luz de la Reforma Fiscal 2014. Documento-Técnico-Investigación. Subprocuraduría de Análisis Sistemático y Estudios Normativos. Dirección General de Estudios Jurídicos e Interpretación Normativa. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/65249/Buz_n_Tributario.pdf.
- Pulido de Solís, K. P. (1999) *EDI y XML en el Comercio Electrónico entre Empresas*. Tesis de Maestría. ITESM, Monterrey, México.
- PwC-WB (2018) *Paying Taxes 2018*. Retrieved from: <https://www.pwc.com/gx/en/paying-taxes/pdf/pwc-paying-taxes-2018-full-report.pdf>
- Ramírez Vázquez, J. y Carreón Rodríguez, V.J. (2012) *Comprobantes Fiscales Digitales*. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. ESCA, México, D.F., México. En <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/11615>.
- Rodríguez Venegas, R. (2017) The Impact of E-Accounting on Mexican Accounting Firms. *European Scientific Journal*, 13 (1): 71-88.
- Rodríguez Venegas, R. Archundia E. A., & Olvera, M.G. (2016). The Diffusion of an Authoritarian Innovation in the Implementation of the E-accounting in Mexico. *European Journal of Business and Social Sciences*, 5(07), 51-65.
- Rodríguez-Venegas, R. y Espinoza, R. (2017). Impact of the Implementation of E-Accounting in Mexico. *International Journal of Economics and Finance*, 9 (3): 11-20.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: The Free Press.
- Romero Nava, N. (2016, noviembre) La Contabilidad Electrónica como Instrumento de Fiscalización. En M. Palomino Guerrero (dir.) *Seminario de Derecho Fiscal. Seminarios en Acción. Facultad de Derecho*. UNAM: Ciudad de México. Ríos Ruiz, A.A. (2014) Análisis y perspectivas del comercio electrónico en México. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 11 (3): 97-121.
- SAT (2018, 31 de Octubre) Informe de Rendición de Cuentas de Conclusión de la Administración 2012-2018. Disponible en: http://omawww.sat.gob.mx/gobmxtransparencia/Paginas/documentos/rendicioncuentas_librosblancos/informe_rendicion_cuentas_conclusion.pdf.
- SAT (2016, 20 de Marzo). Servicio de Administración Tributaria. Obtenido de Contabilidad Electrónica. Recuperado de: http://www.sat.gob.mx/fichas_tematicas/buzon_tributario/Paginas/contabilidad_electronica.aspx.
- Schwandt, J. (1997, march). Electronic data interchange: an overview of its origins, status and future. Working Paper 422. Faculty of Business. McMaster University. Hamilton, Ontario, Canada. Recuperado de: <https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/5579/1/fulltext.pdf>.
- Stück, J.M. y Whitlow, D.N. (1996). "The Undiscovered State of EDI in Mexico". *EDI Forum: The Journal of Electronic Data Interchange*, 9 (3): 24-30.
- Tesis Aislada:
I.10o.A.35 A, [TA]; 10a. Época; T.C.C.; *Gaceta S.J.F.*; Libro 44, Julio de 2017; Tomo II; Pág. 1007.
- Taller de Prácticas (2006) Servicios que ofrece la Asociación Mexicana de Estándares para el Comercio Electrónico (AMECE). *Práctica Fiscal*, Núm. 443, Agosto, pp. B1-B5. Recuperado de: <https://2019.vlex.com/#WW/vid/40898052>.
- Tizoc Aguilar, A. (1999, Mayo 17). IBM seguirá ofreciendo soluciones *EDI. Net: El Medio de las*

- Telecomunicaciones*, 3(75), 16. Recuperado de <http://link.galegroup.com.e-revistas.ugto.mx/apps/doc/A54901836/GPS?u=ugto01&sid=GPS&xid=8701736c>.
- Trauth, E. M., & Thomas, R. S. (1993). Electronic data interchange: A new frontier for global standards policy. *Journal of Global Information Management (JGIM)*, 1(4), 6-17.
- United Nations/Economic Commission for Europe (1989). *Introduction to UN/EDIFACT*. UN/Edifact Rapporteurs' Teams. April
- Walsh, N. (1998). Una introducción técnica a XML (en línea). Recuperado de: <https://www.xml.com/pub/a/98/10/guide0.html>
- Whitlow, D.N. and Stück, J.M. (1996) Diffusion Theory and the Introduction of Electronic Data Interchange in Mexico. En M. Khosrowpour (ed.) *Information Technology Management and Organizational Innovations: Proceedings of the 1996 Information Resources Management Association International Conference* (pp.53-59), Washington. EE.UU.: Idea Group Inc (IGI).
- Zangwill, W. I., & Kantor, P. B. (2000). The learning curve: a new perspective. *International Transactions in Operational Research*, 7(6), 595-607.

Relación entre capacidades dinámicas y capacidad de innovación en pymes mexicanas

Jesús Adriana Sánchez Martínez
Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Psicología, México
adrianasanchez22@hotmail.com

Julio Cesar Alcántar Flores
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), Dirección General, México_
julio.alcantar@gmail.com

Resumen

Este estudio tiene como objetivo examinar la relación entre las Capacidades Dinámicas y la Capacidad de Innovación en pequeñas y medianas empresas mexicanas que operan en entornos dinámicos; en este entorno global, el potencial de las empresas para explotar sus recursos y capacidades es fundamental para generar ventajas competitivas que les permita permanecer en el mercado. Es un estudio cualitativo, con un diseño de Estudio de Caso como estrategia de investigación que incluyó a 10 Pymes. Los hallazgos revelan que las empresas estudiadas han desarrollado en el último año innovación de proceso y/o de producto y/o de comercialización. Incluyen en sus prácticas cotidianas Capacidades Dinámicas expresadas en rutinas y prácticas que les ayudan a conocer el entorno, encontrar tendencias, necesidades, retos, etc., para apropiarse de oportunidades y generar innovación; y en menor grado, a reconfigurarse como producto de dicho proceso. Hay factores de la Capacidad Dinámica de reconfiguración que estas empresas no han desarrollado como son: estructuras más flexibles y horizontales en lugar de jerárquicas; establecer convenios de colaboración con universidades y vincularse con otras empresas; estrategias de gobernanza; esquemas de innovación abierta que tome en cuenta opinión de proveedores y clientes en el desarrollo de nuevo producto, entre otros. A nivel Teórico encontramos que existen gradualidades de las Capacidades Dinámicas y que no es necesario que las empresas desarrollen cada una de las acciones que incluyen dichas capacidades en los grados más altos para poder innovar. Las Capacidades Dinámicas cumplen el principio de equifinalidad, en tanto que se pueden combinar en distintos niveles y ofrecer rutas diversas para lograr desarrollar la capacidad de innovación. Además de la complejidad conjetural, en tanto que cada Capacidad Dinámica incluye acciones de vital importancia para desarrollar la capacidad de innovación, pero solo despliegan su rol en el contexto de las otras capacidades.

Palabras clave

Pymes, Capacidad de Innovación, Capacidades Dinámicas.

1. Introducción

En este entorno global la capacidad de las empresas para explotar sus recursos y capacidades es fundamental para generar ventajas competitivas que les permitan permanecer en el mercado. Entender las fuentes de una ventaja competitiva sostenible ha sido una importante área de investigación de la gestión estratégica (Barney, 1991).

Este panorama global se caracteriza por rápidos y violentos cambios entre los que destacan: la progresiva globalización de los mercados, la reducción del ciclo de vida de los productos, los cambios tecnológicos cada vez más acelerados y los constantes cambios en los valores de compra de los clientes (García, Mareo, Molina, y Quer, 1999). Las empresas se ven obligadas a aumentar su intensidad competitiva, toda vez que este entorno implica nuevos retos debido a que el periodo de tiempo en el que se puede sostener una ventaja se está reduciendo gracias al avance científico y sobre todo tecnológico, así como a la velocidad con la que los competidores imitan esas ventajas; esto requiere que las empresas no solo mantengan sus ventajas competitivas, sino que se ven obligadas a incorporar nuevas ventajas dentro de sus organizaciones.

Según Schumpeter (1934) la principal forma en que las empresas pueden mantener o aumentar sus ventajas competitivas es la Innovación, que además es una fuente de desarrollo económico. Cuando hablamos de innovación en el ámbito empresarial hacemos referencia a la introducción en el mercado de un nuevo o significativamente mejorado producto, bien o servicio (Manual de Oslo, 2006), mediante el cual las empresas buscan aumentar su competitividad al incrementar sus ventas y mejorar su posicionamiento en el mercado; proceso que de ninguna manera es involuntario, antes bien es sistemático e intencionado (Molina, 1995, citado en Correa, Yapes y Pellicer, 2007), susceptible de ser gestionado, medido y replicado de manera sistemática (Lawson y Samson, 2001). Innovar no es un solo evento aislado que generan las empresas y que por sí mismo les otorga competitividad, sino que es necesario hablar de capacidad de innovación, entendida como “la capacidad de transformar continuamente conocimientos e ideas en nuevos productos, procesos o servicios para el beneficio de la empresa y sus partes interesadas” (Lawson y Samson, 2001, p. 384). Así, la capacidad de innovar la entendemos como un proceso continuo, dinámico y complejo que va desde la generación de ideas hasta la puesta en el mercado del resultado de la innovación, el cual otorga rendimientos económicos y permite a las empresas reinventar y reinventarse continuamente, además de competir.

Por su parte, las Mipymes juegan un papel trascendental en el crecimiento y desarrollo a nivel global y nacional, ya que son la columna vertebral y el eslabón fundamental del crecimiento económico, debido a su alto impacto en la generación de empleos y la producción nacional. De acuerdo con datos presentados en el Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018 (Secretaría de Economía, 2013), en México las MiPyMEs representan 99.8% de las unidades económicas, aportan 34.7% de la Producto interno bruto (PIB) y generan 73.8% de los empleos, lo que se traduce en 21.7 millones de puestos laborales.

Esta investigación se centra particularmente en las pequeñas y medianas empresas (Pymes). Éstas no representan una importancia menor pues tienen una participación del 13.5% y el 11.1% del personal ocupado, respectivamente, según datos de la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) (INEGI, 2016); ello significa que le dan empleo casi al 25% de la población económicamente

activa en nuestro país.

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Innovador 2013 - 2018, las Pymes mexicanas presentan bajos niveles de productividad, lo que dificulta su acceso al mercado internacional, además de su propia subsistencia en el mercado interno. Mientras que en la Unión Europea las pymes presentan una brecha de productividad con respecto a las empresas grandes de 1.4 para la pequeña empresa y 1.2 para la mediana, en México es de 2.9 y 1.7, respectivamente (Secretaría de Economía, 2013, p. 18). Los factores que condicionan estos niveles bajos de productividad en nuestro país son las limitadas fuentes de financiamiento, la insuficiente capacidad de gestión y habilidades gerenciales (pues se considera que solo 2 de cada 10 empresarios tienen la capacidad para administrar su negocio), insuficientes capacidades productivas y tecnológicas y escasa vinculación con universidades y centros de investigación. Lo anterior se ve reflejado en la esperanza de vida de las pymes en nuestro país, ya que los datos del INEGI (2014) arrojan que de cada 100 negocios que comienzan, el 67% sobrevive el primer año y, de éstas, sólo el 35% se mantiene a los cinco años.

Los gestores que están a cargo de estas organizaciones se enfrentan al reto continuo del dinamismo empresarial y la permanencia competitiva que los impulsa a desarrollar capacidades individuales y colectivas de distinta índole y han generado una demanda constante al sector educativo, que les ayude a conocer vías de desarrollo de capacidades de innovación, conocimiento de mejores prácticas, rutas, estrategias y recomendaciones para mejorar los resultados de innovación en sus empresas.

Una de las teorías más fuertes en el marco de la gestión estratégica es la teoría basada en recursos y capacidades, que pone el énfasis en el interior de la empresa para generar valor. Este marco sostiene que la competitividad de las empresas depende, según Urgal, Quintás, y Arévalo (2011) de su habilidad para explotar sus recursos y sus capacidades valiosas, escasas y difíciles de imitar y de transferir, con la intención de generar ventajas competitivas basadas en la innovación. En consecuencia, las empresas no compiten con nuevos productos, sino más bien en un factor más profundo: la capacidad de desarrollar nuevos productos (Prahalad y Hamel, 1990).

Dentro de este ámbito de ideas surge la teoría de las Capacidades Dinámicas, entendidas como “la capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas para abordar entornos rápidamente cambiantes” (Teece, Pisano & Shuen, 1997, p.516). Reconfigura la visión basada en recursos y capacidades pues no solo hace hincapié en lo que la empresa de por sí posee (recursos y capacidades internos) sino que busca expandir, enriquecer, complementar y aprehender las competencias y recursos que están fuera de la firma, adoptando modelos de innovación abierta que le permitan a la empresa renovarse, reconfigurarse y transformarse de manera permanente.

Postula que la capacidad de innovación debe ser dinámica, pues como lo mencionan Lawson y Samson (2001) a medida que la economía del conocimiento se centra cada vez más en la innovación, los obstáculos de rendimiento para el éxito van aumentando considerablemente, ya que, niveles cada vez mayores de compromiso con la innovación se requieren simplemente para permanecer en el mismo lugar y mucho más, si se busca mejorar la posición competitiva. Para Teece, et al. (1997) los competidores en el mercado mundial han sido las empresas que puedan demostrar la capacidad de respuesta oportuna, y la innovación de productos de manera rápida y flexible, junto con la capacidad de gestión para coordinar eficazmente y redistribuir las competencias internas y externas.

Dado que es un fenómeno en construcción, varias de estas propuestas teóricas no se ha traducido en prácticas que puedan concentrarse en acciones concretas; y más aún, algunas han sido creadas bajo la concepción de las grandes empresas y no incluyen a la pyme dentro de su

foco de estudio; Es decir, son escasos los estudios empíricos que busquen explicar cómo la pequeña y mediana empresa han logrado capitalizar sus recursos y capacidades orientados a la innovación.

En este contexto, este proyecto de investigación busca conocer la capacidad de innovación de pequeñas y medianas empresas mexicanas desde un enfoque de Capacidades Dinámicas. Si bien es cierto que las fuentes oficiales hablan de una baja productividad y baja capacidad para innovar por parte de las Pymes mexicanas y una esperanza de vida muy corta, también es evidente que existen empresas que a pesar del contexto, a pesar de ser pequeñas o medianas se mantienen en nuestro país en un entorno cada vez más competitivo y están logrando innovar; Este trabajo surge de estudiar Pymes innovadora y conocer como están desarrollando sus Capacidades Dinámicas, a qué niveles, y conocer las áreas de oportunidad que les permitirían aumentar sus niveles de capacidad de innovación.

Es un estudio de caso que analiza 10 Pymes mexicanas para poder identificar, desde el marco conceptual y teórico, las capacidades dinámicas cuáles son los factores que desde esta perspectiva están impactando para que se genere la innovación en este universo de estudio. Más allá de las condiciones sociales, políticas o económicas que ofrece el país, este estudio incluye empresas que han sido reconocidas a nivel nacional por ser innovadoras y busca identificar cuáles son las rutas de acción que siguieron estas empresas para ser reconocidas como tales, en función de su capacidad de innovación. Así, esta investigación busca examinar la relación entre las Capacidades Dinámicas y la Capacidad de Innovación en pequeñas y medianas empresas mexicanas que operan en entornos dinámicos.

2. Revisión de Literatura

La propuesta teórica de las Capacidades Dinámicas tiene fundamentos de teóricos como Schumpeter (1934), Penrose (1959), Barney (1991), Nelson and Winter (1982), y Teece (1986); parte de la teoría basada en recursos, pero trasciende este planteamiento teórico, ya que considera que en entornos de rápido cambio, abiertos a la competencia global, caracterizados por la dispersión geográfica y organizacional de los recursos (tanto de innovación como de manufactura) “la ventaja sostenible requiere más que activos difíciles de replicar ... capacidades dinámicas difíciles de replicar” (Teece, 2007, p.119).

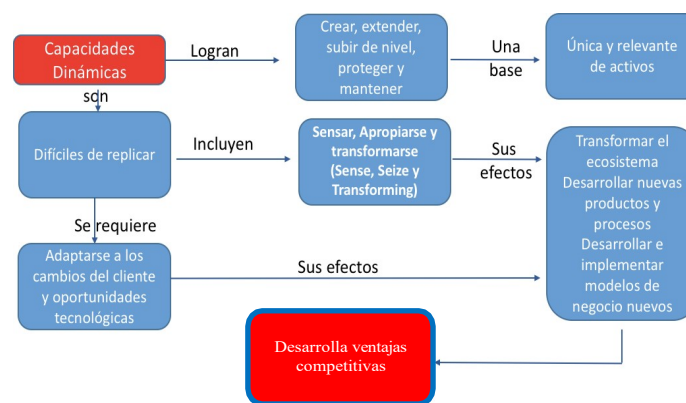
Las Capacidades Dinámicas se definen como como “la capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas para abordar entornos rápidamente cambiantes” (Teece, Pisano & Shuen, 1997, p.516). Estas Capacidades de segundo orden permiten a las empresas lograr una eficiente y efectiva transferencia de tecnología, proteger su propiedad intelectual, implementar mejores prácticas, inventar nuevos modelos de negocio, tomar decisiones de la manera menos imparcial posible y protegerse de la imitación de tus rivales. En palabras de Teece (1986) la innovación tecnológica, al igual que los recursos, es necesaria pero no suficiente en tanto que las empresas desarrollen una actitud evolutiva en este ambiente dinámico, que les permita dar forma al ambiente y no solo adaptarse o responder ante él, para lograr una o varias ventajas competitivas. En su propuesta de 1997, Teece, Pisano y Shuen ya definían las Capacidades Dinámicas como:

La capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas para abordar entornos que cambian rápidamente. Por lo tanto, las capacidades dinámicas reflejan la capacidad de una organización para lograr nuevas e innovadoras formas de ventaja competitiva debido a las dependencias de ruta y las

posiciones de mercado (Teece, Pisano y Shuen, 1997, p. 516).

Para 2007, Teece define las Capacidades Dinámicas como aquellas “capacidades que pueden aprovechar para crear, ampliar, actualizar, proteger y mantener de forma continua la base de activos únicos de la empresa.” (Teece, 2007, p. 1319). En este momento es cuando el autor desglosa con fines analíticos las Capacidades Dinámicas en tres distintas capacidades: (1) Sensar y de detectar las oportunidades y amenazas, (2) Aprovechar las oportunidades y (3) Mantener la competitividad mejorando, combinando, protegiendo y cuando sea necesario, reconfigurando los activos intangibles y tangibles de la empresa. La figura 1 sintetiza conceptualmente dichas capacidades.

Figura 1. Las Capacidades Dinámicas y la Innovación



Fuente: Teece, (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), pp. 1319-1350.

Si pudiéramos sintetizar la función principal de cada una de éstas Capacidades dinámicas diríamos que:

- 1) Sense: Sensar implica detectar y dar forma a las oportunidades y amenazas.
- 2) Seize: Hace referencia a aprovechar las oportunidades
- 3) Reconfiguration / Transforming implica mantener la competitividad a través de la mejora, la combinación, la protección y cuando sea necesario, la reconfiguración de las empresas comerciales, los recursos intangibles y los activos tangibles. A continuación, exponemos cada una de ellas.

Como podemos sintetizar, las Capacidades Dinámicas son procesos complejos que atraviesan e implican de manera transversal a toda la organización, pero principalmente a los tomadores de decisiones y los gestores. Es así que, mediante el desarrollo de Capacidades Dinámicas la gestión estratégica debe llevar tanto a la adaptación de la organización a su entorno, como a la capacidad de la organización para modificarlo. Por otra parte Eisenhardt y Martin (2000) y Winter (2003) complementan el marco teórico de Capacidades Dinámicas propuesto por Teece y Cols. Y nos permiten comprender y entender categorías conceptuales que sostienen este planteamiento teórico; mientras que estudios como los de Bravo y Herrera (2009), Ing-Shane Yunga y Ming-Hong Lai (2012), Rivera y Figueroa (2013) y Niels Nolsøe Grünbaum y Marianne Stenger (2013) al igual que esta investigación se acercan a casos empíricos tratando de delinear las mejores prácticas (acciones, rutinas, estrategias, toma de decisiones) que al implementarlas las empresas les permiten robustecer sus capacidades

dinámicas, que a su vez sostienen su capacidad de innovación.

3. Metodología

Esta investigación es un estudio de caso que nos permite hacer una inferencia analítica y no estadística del universo de estudio. Es un estudio cualitativo de carácter exploratorio con fines descriptivos y prescriptivos, por lo que se tiene como base la interpretación de los datos (Lee, 1991; Marshall & Rossman, 2010). Este diseño ha permitido indicar desde el Marco Conceptual y Teórico de Capacidades Dinámicas de Teece y cols. (1997, 2007) cuáles son los factores que desde esta perspectiva están impactando para que se genere la innovación en este universo de estudio. Para la recolección de los datos, este estudio incluyó un instrumento de encuesta para recabar grados de pertenencia, así como entrevistas a personas clave de determinadas empresas.

Diseñamos la encuesta bajo el marco referencial de Buendía (1998) que plantea tres fases para su desarrollo: 1) Formación teórica en el área de estudio; 2) Planificación de la encuesta; y 3) Elaboración de instrumento de recogida de datos. Ésta consta de 49 preguntas: 8 corresponden a datos sociodemográficos de las empresas; 7 relacionadas con la capacidad de innovación; 11 con la Capacidad Dinámica de Sensor; 13 con la Capacidad Dinámica de Apropiarse y 10 con la Capacidad Dinámicas de Transformarse/Reconfigurars. Se aplicó a tres personas involucradas en la toma de decisiones de innovación de cada una de las 10 empresas que conforman nuestro estudio de caso.

Por su parte la entrevista se aplicó a 3 informantes clave; con aprobación de los entrevistados se buscó grabar las entrevistas con la intención de corregir las limitaciones naturales de nuestros recuerdos; se realizaron las transcripciones para su posterior análisis, en busca de contradicciones, similitudes, correlaciones, etc., los cuales nos ayudaron a comprender el fenómeno de estudio, estrategias que de acuerdo con Silverman (2001) nos permitieron dar confiabilidad al estudio.

4. Análisis

4.1. Análisis Cualitativo Comparativo de la Encuesta

Los datos recogidos a través de una encuesta se analizaron bajo el método de Análisis Cualitativo Comparativo (Legewie, 2013) (QCA por sus siglas en Ingles). Éste es un enfoque de investigación que asume el trabajo se desarrollará en la perspectiva bajo la voz del propio participante. El QCA se sirve del Algebra Booleana y ofrece un conjunto único de herramientas para abordar las preguntas de investigación que se basan en nociones teóricas de conjuntos para analizar la complejidad causal (Legewie, 2013). Este tipo de análisis permitió encontrar patrones o relaciones de variables que son cualitativas permitiendo observar:

- Grado de membresía o pertenencia de los casos en conjuntos (conceptos) ya que no siempre es total, así que esta técnica nos da la posibilidad de encontrar entre 0 y 1 el grado en el que se encuentra cada caso.
- Las relaciones del fenómeno social se perciben como relaciones entre conceptos (conjuntos).
- Estas relaciones entre conceptos (conjuntos) son interpretados en términos de condiciones de suficiencia y necesarias, así como la forma de causas que pueden

ser derivadas de éstas.

Para este procedimiento utilizamos el software TOSMANA, que es una herramienta para el QCA. TOSMANA es proporcionado por Lasse Cronqvist (Universidad de Trier, Alemania). Cabe resaltar que previo a la utilización del software, lo más importante es definir, a partir de la teoría, las condiciones que se van a medir y poder asignar valores a dichas condiciones para utilizar el software. Si la primera parte no tiene valor teórico, usar el software no tendrá sentido puesto que los datos obtenidos no tendrán ningún sentido. De esta manera pudimos extraer el grado (o valor) con el que cada una de las empresas -en voz de sus representantes- mencionaron que su institución desarrollaba las distintas acciones que constituyen los micro fundamentos que corresponden a cada una de las tres capacidades dinámicas pensar, apropiarse y transformarse; una vez extraído el valor de cada acción, sumamos los valores de las 8 acciones para cada Capacidad Dinámica, este es el primer valor que nos permitió trabajar con el software.

Para evaluar la variable de Capacidad de Innovación, en la encuesta solicitamos a los encuestados que nos dijeran el tipo o tipos de innovación que su empresa había desarrollado en el último año, ya sea de proceso, de producto o de comercialización; a estas tres respuestas asignamos un valor binario (no gradual) de 0 si no había presentado ese tipo de innovación y 1 si lo había presentado. Con los dos datos obtenidos pudimos elaborar la siguiente tabla:

Tabla 1: Calidad de las Condiciones y Tipo de Innovación que ha Desarrollado Cada Empresa en el último Año.

ROW	CASOS	Condiciones			Tipo de innovación		
		A SENSAR	B APROPIARSE	C TRANSFORMARSE	PRODUCTO	PROCESO	COMERCIALIZACIÓN
1	Tecnologías EOS	7.4	7.6	7	1	1	1
2	TERMOINNOVA	2.2	2.4	2.8	1	1	0
3	Lcells	4.3	6.5	2.6	1	0	0
4	SEPHNOS	5.6	5.8	4	1	0	0
5	HORMA	5.6	6.8	6.6	1	1	1
6	Leitmotiv Media Studio	5.5	5.5	5.6	1	1	1
7	TEMA Servicios y Productos Ambientales	6.4	6.6	6.8	1	1	1
8	Callpicker	5.3	6.2	5.2	1	1	1
9	EDUSPARK	6.2	5.1	4.4	1	0	0
10	Steel & Trucks	7.8	8	7.6	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

Estos son los datos que se proporcionan al software mismo convierte los datos proporcionados en rangos de posesión de dicha cualidad, en este caso empresas que daban un valor entre 1 y 3 en determinada capacidad, el software lo convierte a 0, es decir posee dicha capacidad de manera muy débil, entre 4 y 6 le asigna el valor de 1 lo que significa que posee dicha capacidad de manera intermedia, y de 7 a 10 le da un rango de 2 lo cual quiere decir que es alto; Una vez hecho eso generar las fórmulas que muestran la ruta que una empresa debe seguir en el desarrollo de sus capacidades dinámicas para desarrollar cada tipo de innovación de proceso, producto o comercialización considerando los siguientes aspectos:

1. 0 es un nivel bajo, 1 es un nivel intermedio y 2 es un nivel alto.
2. En esta fórmula el signo «+» corresponde al «Ó» utilizado en lógica.

3. Ello significa que existe más de una condición suficiente para el resultado (una ruta distinta con cada signo de «+»).
4. El signo «*» corresponde al «Y» lógico, lo cual significa que cada elemento es necesario, pero no suficiente en tanto que requiere de los demás de la fórmula.
5. La flecha («→») señala que la fórmula es el resultado del examen de las condiciones suficientes. (Wagemann, 2012).

4.2. *Análisis de la entrevista*

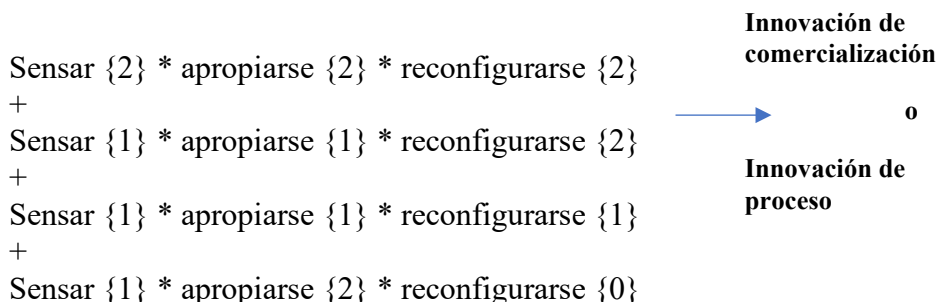
Por su parte las entrevistas fueron analizadas con el software ATLAS.ti. El propósito principal de usar este software fue ayudar a organizar y analizar los datos resultado de las entrevistas, segmentando y clasificando la información. El software facilito la clasificación, ordenamiento, organización y reagrupación de la información, modelando y examinando las relaciones en los datos correspondientes a la Capacidad de Innovación y las Capacidades Dinámicas en cada empresa.

5. Resultados

Los hallazgos en QCA nos muestran que no existe una sola ruta o estrategia para que se de la innovación, por lo que más de una ruta pueden conducir al mismo resultado, lo que Wagemann (2012) denomina equifinalidad. Para lograr la innovación de proceso, producto o comercialización, las capacidades dinámicas tienen distintas expresiones en sus rangos y sus combinaciones para que la innovación se de. Estas combinaciones varían según el tipo de innovación.

En la Innovación de comercialización y la innovación de proceso las Capacidades dinámicas se expresan con las mismas conbinaciones para que estos tipos de innovación se presenten; La primera formula es la que esperábamos, por la propuesta teórica de Teece y cols., es que si se da un nivel alto de sensar (2), de apropiarse (2) y de reconfigurarse (2), entonces se logra la innovación comercial y la de proceso; el análisis también nos muestra que con niveles medios (1) en las tres Capacidades Dinámicas también se pueden dar estos tipos de innovación; o si sensar y apropiarse tienen nivel medio (1), y reconfigurarse tiene nivel alto (2); o incluso cuando sensar sea nivel medio (1) y reconfigurarse sea un nivel bajo (0) se puede dar estos tipos de innovación, siempre y cuando apropiarse se encuentre en un nivel alto (2) como se expresan las fórmulas a continuación.

1
2



Mientras que la innovación de producto presenta otras características. Este tipo de innovación presenta la ruta esperada, ante un nivel alto de *sensar* (2) de *apropiarse* (2) y de *reconfigurarse* (2) las empresas pueden desarrollar la capacidad de innovación de producto, pero aquí aparecen rutas totalmente novedosas, que no habían aparecido en los otros dos tipos de innovación ya que éste tipo de innovación se puede dar cuando las Capacidades Dinámicas de *sensar* y *apropiarse* se encuentre en nivel medio (1) aun cuando Capacidad Dinámica de *reconfigurarse* no exista; también se puede dar cuando las capacidades dinámicas de *sensar* y *reconfigurarse* estén bajas (0) siempre y cuando la capacidad dinámica de *apropiarse* se encuentre en un nivel alto (2); o cuando *sensar* esté en nivel medio (1) y *apropiarse* en nivel alto (2), aun cuando *reconfigurarse* esté en nivel bajo (0); o, incluso, se puede dar cuando la empresa tiene un alto nivel de *sensar* (2) aunque sus niveles de *apropiarse* y *reconfigurarse* estén bajos (0). Las fórmulas son las siguientes:

Tabla 2: Síntesis de resultados las Capacidad Dinámica presentes y ausentes en las tres empresas entrevistadas.

	Sensar		Apropiarse		Reconfigurarse	
Empresa	Rasgos presentes	Rasgos ausentes	Rasgos presentes	Rasgos ausentes	Rasgos presentes	Rasgos ausentes
1	-Analizan tendencias de ciencia y tecnología - Analiza los competidores y sus propias capacidades científicas y tecnológicas -Escucha a los clientes y sus necesidades en la entrega del producto, pero no con ideas para innovar. -Adquieren y desarrollan tecnología.	-Falta de un departamento de I+D. -Falta de escucha a sus proveedores -Falta de estímulo a los empleados para dar propuestas -Falta de circulación de la información	-Identifican clientes objetivo. -Ofrecen productos que solucionan los requerimientos -Conoce su ventaja competitiva -Colabora con universidades Falta de capacitación continua.	-Las decisiones están centralizadas en el equipo directivo -Falta de pertinencia en el modelo de negocio. -Los empleados no resuelven problemas por su cuenta, solo los que les son asignados.	-Tiene varias patentes. -Crea e incluye nuevos activos producto de la innovación	-Falta de desacoplamiento, directivos toman decisiones -Falta de alianzas estrategias con otras empresas -Falta de estructura que recompense el cambio y la innovación. -Falta de reestructuración de estructura organizacional. -Falta de transferencia de conocimientos a todas las áreas
	Sensar		Apropiarse		Reconfigurarse	
Empresa	Rasgos presentes	Rasgos ausentes	Rasgos presentes	Rasgos ausentes	Rasgos presentes	Rasgos ausentes

	<ul style="list-style-type: none"> -Las opiniones de los clientes impactan en la innovación -Tienen departamento de I+D -Tienen sistema de recompensa al empleado para estimular propuestas. -Adquiere y desarrolla tecnologías. -La información circula de manera externa e interna. -Conocen a sus competidores. - Analizan tendencias científicas y de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> -Los proveedores no opinan en los procesos de innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> -Formula multidivisional, empleados resuelven problemas. -Altos directivos no toman decisiones por sí solos. -Dan capacitación continua a sus empleados -Conocen su ventaja competitiva -Tienen modelo de negocios pertinente. -Ofrecen productos que dan soluciones. -Identifican sus clientes objetivo y los problemas sociales que hay que atender. 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de colaboración con universidades. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tiene un par de patentes - desacoplamiento, varios toman decisiones. - Eestructura que recompense el cambio. - Varias formas de renovación corporativa, en procesos, en la forma de organizarse, en la cantidad de productos que ofrecen. -Se ha ido reestructurando según las necesidades. -Crea e incluye nuevos activos producto de la innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de alianzas estrategias con otras empresas
3	<ul style="list-style-type: none"> -Las opiniones de los clientes impactan en la innovación -Tienen departamento de I+D -Tienen sistema de recompensa al empleado para estimular propuestas. -Adquiere y desarrolla tecnologías. -La información circula de manera externa e interna. -Conocen a sus competidores. - Analizan tendencias científicas y de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> -Los proveedores no opinan en los procesos de innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formula multidivisional, empleados resuelven. -Altos directivos no toman decisiones por sí solos. -Capacitación continua a sus empleados -Conocen su ventaja competitiva -Modelo de negocios pertinente. -Identifican sus clientes objetivo y los problemas sociales que hay que atender. 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de colaboración con universidades -No ofrecen nuevos productos, mejoran su proceso de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tiene un par de patentes. - desacoplamiento, varios toman decisiones - Estructura que recompense el cambio. -Presenta renovación corporativa al crear una segunda planta. -Crea e incluye nuevos activos producto para innovar en sus procesos - Transferencia de conocimientos a todas las áreas 	<ul style="list-style-type: none"> -No tiene alianzas estrategias con otras empresas -Falta de reestructuración de estructura organizacional

Fuente: Elaboración propia

Los rasgos de las Capacidades Dinámicas que no están presentes en empresas mexicanas son: la descentralización, no buscan tener estructuras más flexibles y horizontales en lugar de estructuras jerárquicas, que no permitan a todos aportar ideas para la innovación; establecer convenios de colaboración con universidades y vincularse con otras empresas para mejorar sus propias capacidades; implementar estrategias que promuevan la gobernanza; y establecer esquemas de innovación abierta en tanto que la mayoría de las innovaciones provienen de los centros de I+D, sin tomar en cuenta opiniones de proveedores o de los clientes en el momento del desarrollo de nuevo producto. Cabe resaltar que la mayoría de estas rutinas corresponden a la capacidad dinámica de transformarse o reconfigurarse, que es la que resultó con niveles más bajos en el análisis de las encuestas.

6. Discusión

Nuestra principal aportación se encuentra en que si bien Teece y Cols. hablan de capacidades dinámicas como un todo complejo que implica múltiples acciones, prácticas, rutinas y toma de decisiones en cada una de las capacidades, que recaen principalmente en los gerentes que dan por hecho que deben existir las tres capacidades en grados óptimos para que la innovación exista. Este estudio encontró, a partir de la aplicación de las encuestas y del análisis QCA de las mismas, que hay gradualidades y que no es necesario que las empresas desarrollen todas y cada una de las acciones que incluyen las capacidades dinámicas en los grados más altos para poder innovar (aun cuando ese debería ser el objetivo).

Identificamos que las capacidades dinámicas pueden estar desarrolladas en distintos niveles cada una y que la conjugación de las tres en determinados niveles, ofrece diversas rutas que puede seguir una empresa para innovar; esto, sin la necesidad de que se desarrollen todas las acciones de cada una de las Capacidades Dinámicas en su máximo potencial. Nuestro trabajo confirma la tesis de Eisenhardt y Martin (2000, p. 1116) de que las capacidades dinámicas son equifinales, en tanto que las empresas pueden desarrollar estas capacidades desde muchos puntos de partida y por caminos diferentes, aun cuando los detalles de cualquier capacidad dinámica pueden ser idiosincráticos para cada empresa, pueden lograr el mismo resultado. Así, observamos que cada empresa tenía su forma de sentir, de apropiarse o de transformarse.

Además, que las combinaciones de estas capacidades también cumplen el principio de equifinalidad (Wagemann, 2012, p.59), pues se pueden combinar en distintos niveles y ofrecer distintas rutas para lograr desarrollar la capacidad de innovación.

Ubicamos también que las capacidades dinámicas enfrentan un fenómeno de complejidad conjetural, ya que cada una incluye acciones de vital importancia para desarrollar la capacidad de innovación, pero solo despliegan su rol en el contexto de las otras capacidades, no son suficientes pero son necesarias; en palabras de Wagemann (2012), a veces una condición por sí sola no es suficiente, pero debe existir para ser combinada en el contexto de más de una variable. Esto implica que si una empresa realiza una excelente capacidad dinámica de sentir, por ejemplo, por sí sola no logra generar capacidad de innovación, sino que requiere de las otras capacidades dinámicas.

Así, en la innovación de comercialización y la innovación de proceso siempre fue necesario que las tres capacidades se combinaran en distintos niveles. Solo en la innovación de producto, al presentarse las capacidades dinámicas de sentir y de apropiarse en niveles medios (juntas y combinadas de esa manera), se pudo prescindir de la capacidad dinámica de reconfigurarse para que este tipo de innovación se produjera.

7. Conclusiones

En términos generales, de los 8 factores que conforman cada una de las capacidades dinámicas, encontramos que las empresas evaluadas desarrollan entre 4 y 7. Los factores menos desarrollados por las pymes mexicanas y que son áreas de oportunidad son: buscar tener estructuras más flexibles y horizontales en lugar de estructuras jerárquicas que permitan a todos aportar ideas para la innovación; establecer convenios de colaboración con universidades y vincularse con otras empresas para mejorar sus propias capacidades; implementar estrategias que promuevan la gobernanza; establecer esquemas de innovación abierta en tanto que la

mayoría de las innovaciones provienen de los centros de I+D, sin tomar en cuenta opiniones de proveedores y clientes en el momento del desarrollo de nuevo producto, factores que corresponden a la capacidad dinámica de transformarse.

Este estudio nos permitió entender a las capacidades dinámicas como gradualidades y no como totalidades; además de que contienen la característica de complejidad conjetural, por sí solas no son suficientes, pues deben existir en el contexto de las otras capacidades para lograr la innovación. Cada una de ellas es necesaria pero no suficiente y debe estar combinada con las otras capacidades en ciertos grados, para lograr impactar en la capacidad de innovación que mejore la competitividad de la empresa.

8. Referencias

- Barney JB. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management* 17(1), 99-120.
- Bravo y Herrera (2009). Generación de capacidades dinámicas mediante la innovación organizacional: Un múltiple estudio de casos exploratorio. *3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. XIII Congreso de Ingeniería de Organización Barcelona-Terrassa, September 2nd-4th*.
- Buendía. L. (1998). La investigación por encuesta. *En Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGrawHill, 119-155.
- Correa, C. L, Yepes, Víctor, & Pellicer, Eugenio. (2007). Factores determinantes y propuestas para la gestión de la innovación en las empresas constructoras. *Revista ingeniería de construcción*, 22(1), 5-14.
Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732007000100001>
- Eisenhardt, K. M. and Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they?. *Strategic Management Journal*, 21 (10-11), 1105-1121.
- García L., Mareo L., Molina A., y Quer R. (1999). La capacidad de innovación como intangible empresarial: una aproximación a través de la gestión del conocimiento. *Espacios*, 20(3).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Esperanza de Vida de los negocios en México. Investigación. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperada de: HYPERLINK "<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/investigacion/Experimentales/Esperanza/default.aspx>"
<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/investigacion/Experimentales/Esperanza/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE). Recuperada de: HYPERLINK "http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/encestablecimientos/especiales/enaproce/2015/doc/ENAPROCE_15.pdf"
http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/encestablecimientos/especiales/enaproce/2015/doc/ENAPROCE_15.pdf
- Ing-Shane Yunga y Ming-Hong Lai (2012). Dynamic capabilities in new product development: the case of Asus in motherboard production. *Total Quality Management*, 23 (10), 1125–1134.
- Lawson, B., & Samson, D. (2001). Developing Innovation Capability in organizations: A dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5(3), 377-400.
- Lee, A. S. (1991) Integrating Positivist and Interpretive Approaches to Organizational Research. *Organization Science*, 2(4), pp. 342-365.
- Legewie, N. (2013). An Introduction to Applied Data Analysis with Qualitative Comparative Analysis (QCA). *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 14(3), Recuperado de: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs130315>
- Marshall, C. & Rossman, G. (2010). *Designing Qualitative Research*. Fifth Edition EE.UU.: SAGE Publications. Nelson, R., Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Niels G. y Marianne S. (2013). Dynamic Capabilities: Do They Lead to Innovation Performance and Profitability?. *The IUP Journal of Business Strategy*, 10 (4), 68 - 86.

- OCDE (2005). *Manual de Oslo. Guía Para la Recogida e Interpretación de datos Sobre Innovación*. Madrid: Grupo Trasa.
- Penrose, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. London: Basil Blackwell.
- Prahalad, C., & Hamel, G. (1990). The Core Competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
- Rivera R. y Figueroa G. (2013). Capacidades dinámicas, una fuente de ventaja competitiva. *Criterio Libre*, 11(19), 245-261.
- Secretaría de Economía. (2013). Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21555/PRG5.pdf>
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economical development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Teece, D. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15 (6), 285-305.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Teece, D.J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350.
- Urgal, B., Quintás, M., y Arévalo, T. (2011) conocimiento tecnológico, capacidad de innovación y desempeño innovador: el rol moderador del ambiente interno de la empresa. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*. 14(1), 53-56.
- Wagemann (2012). ¿Qué hay de nuevo en el Método Comparado?: QCA y el análisis de los conjuntos difusos. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública*, 1 (1), 51-75.
- Winter, S. G. (2003), Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10), 991-995.

¿Con qué valores económicos se juzgarán investigación e innovación si se requiere inclusión social? Un enfoque intercultural

Martín Puchet Anyul

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía, Seminario de Investigación sobre Sociedad del conocimiento y Diversidad cultural, México

anyul@unam.mx

Resumen

El proyecto de investigación sobre problemas nacionales de CONACYT núm. 214286: “Rescate de especies subvaloradas tradicionales de la dieta mexicana y su contribución para el mejoramiento de la nutrición en México” reunió a un grupo compuesto por científicos de las ciencias naturales, sociales y humanas. Es un esfuerzo de investigación básica, aplicable y aplicada y de diseño de innovaciones de distintos tipos. El proceso articula conocimiento de las personas, familias y comunidades que cultivan, colectan o acopian especies subvaloradas con conocimiento etno-botánico, ecológico, agronómico, químico, biomédico, antropológico, sociológico, económico y comunicacional.¹

El texto reflexiona sobre este proceso desde el ángulo de la investigación e innovación responsables. Considera las tensiones que subyacen en la definición y la extensión de los conceptos de ese enfoque cuando éstos pretenden captar situaciones en que confluyen culturas diversas. En particular propone conceptos interconectados para valorar proceso y resultados mediante categorías económicas de obtención de beneficios y de eficiencia y equidad. Discute los límites de la inclusión social ante la emergencia de redes de innovación que se configuran mediante el ejercicio de actividades guiadas por la responsabilidad de sus participantes.

Concluye formulando algunas preguntas que el enfoque planteado deberá responder en presencia de asuntos como los promovidos por el proyecto mencionado para ser pertinente en entornos transdisciplinarios e interculturales.

Palabras clave

Investigación e innovación responsable; conocimiento tradicional; inclusión social

1. Introducción

La experiencia de hacer y promover investigación conectada con innovaciones mediante la generación, el rescate y el uso de conocimientos tradicionales en un marco trans-disciplinar (Olivé, Argueta y Puchet: 2018) hace posible una reflexión sobre algunos de los puntos característicos de la investigación y la innovación responsables (RRI, por sus siglas en inglés, de aquí en adelante IIR). La IIR se propone ser “... un proceso iterativo y transparente de apertura de la investigación y la innovación que busca mejorar el modelo de relación entre la ciencia y la sociedad.”²

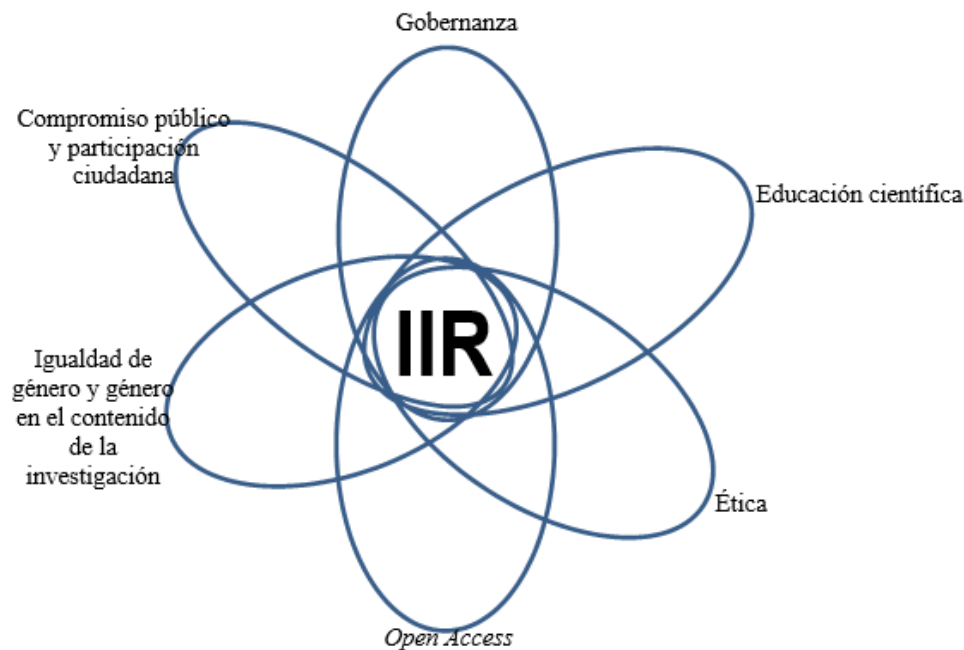
El programa de políticas de la IIR propuesto por la Comisión Europea tiene seis

¹ Ver resultados en *La Jornada* (2017).

² <http://blog.caixaciencia.com/-/formacion-sobre-la-investigacion-y-la-innovacion-responsables-para-mas-de-cien-profesionales-de-la-comunidad-cientific>

componentes, leídos en orden inverso a los de las manecillas del reloj en la figura donde aparecen, éstos son: 1) Gobernanza, 2) Compromiso público y participación ciudadana, 3) Igualdad de género y género en el contenido de la investigación, 4) *Open Access*, 5) Ética y 6) Educación científica. Abajo se muestra cómo se vinculan para generar la IIR.

Figura 1. Componentes de la investigación – innovaciones responsables



Fuente: Recuadro 2, “Policy brief of the state of the art of RRI and working definition of RRI”, septiembre de 2014.

Los términos se tradujeron siguiendo pautas de otros documentos en castellano y, sobre todo, el criterio de que deben mantener su denominación sintética y, a la vez, reflejar su contenido para quienes piensan en esa otra lengua.³

Experiencia, aspiración y definición de la IIR y consideración de los dos primeros componentes enumerados servirán para responder la pregunta del título de esta ponencia.⁴

Se procede de la siguiente manera. Los elementos de la experiencia, que se presentan en el primer apartado, aportarán alguna información sobre los modos en que interactúan investigación e innovación cuando los conocimientos proceden de fuentes distintas, como es común en los procesos que conducen a nuevos resultados innovadores, pero además sus portadores, como en este caso, no están ubicados en los mismos ambientes y contextos culturales. Es necesario entonces: i) introducir un marco que, más allá de las disciplinas, torne concebible el carácter trans – disciplinar de los conocimientos y el papel efectivo que tienen en la generación de productos, técnicas, organizaciones y servicios y, a la vez, ii) tomar en cuenta y caracterizar el diálogo inter – cultural que ocurre en dichos procesos.

³ http://www.rri-tools.eu/documents/10184/181230/Slide_ameba_LR.mp4/fbebfe99-3109-4f4a-9508-c8df8dc17c8d

⁴ El desarrollo de la reflexión y la documentación de casos sobre la investigación y la innovación responsable se ha incrementado enormemente como lo testimonia la aparición reciente de von Schomberg y Hankins: 2019.

La realización de actividades científicas, tecnológicas e innovativas que tiene por objetivo lograr un uso amplio y difundido de especies vegetales, cuyas propiedades medicinales y nutricionales son benéficas para la salud, mostrará, según la descripción que se hará en un segundo apartado, de qué clase son los requerimientos de responsabilidad, en particular, aquellos de compromiso público y participación ciudadana. Cuando en el logro del compromiso y de la participación están implicados científicos y profesionales de diversos ramos junto con personas y familias que detentan habilidades de manejo y conocimientos relativos a las especies en cuestión, comerciantes y prestadores de servicios que intermedian entre productores y usuarios y poblaciones de consumidores o de usuarios de esas variedades vegetales, se requieren instituciones peculiares para concretar dichos atributos. Los procesos de investigación – innovación suponen clases de intercambios entre agentes ubicados en situaciones económicas diversas y donde los objetos intercambiados son distintos por el carácter que adquieren según sus posibilidades de apropiación y sus condiciones de uso. Es por ello que, en estos casos, las instituciones de interacción y comunicación requieren ser otras respecto a las que proveen las organizaciones donde se ubican personas y grupos sociales.

La descripción de situaciones y objetos conduce a especificar, lo que se hará en un tercer apartado, cuáles valores son relevantes y adecuados para juzgar qué tan inclusivos socialmente son los procesos de investigación e innovación. Ello dependerá de qué beneficios se obtienen en dichos procesos y de si son suficientes eficiencia y equidad para juzgarlos. Aparecen en los hechos intercambios entre agentes cuyo poder es asimétrico por las situaciones iniciales en que se encuentran y objetos que pasan de unos a otros cuyo carácter ostensible es distinto. Las situaciones iniciales son, para los agentes, informativamente desiguales o revelan capacidades restringidas. Los objetos intercambiados son, no solamente bienes públicos o privados, sino también bienes rivales de apropiación colectiva – o recursos de uso común - o bienes no rivales de apropiación individual – o recursos de uso restringido.

2. Experiencia de investigación e innovación en un ambiente pluricultural

El proyecto sobre especies tradicionales subvaloradas o subutilizadas (proyecto ETSS, de aquí en adelante) reunió esfuerzos para recuperar tres especies de quelites. Quelites es la denominación en náhuatl de diversas hierbas jóvenes que, por lo general, crecen en la huerta que, en algunas regiones de México, recibe el nombre de milpa. Los tres cultivos más frecuentes de la milpa son el maíz, el frijol y la calabaza, a los que se agrega algunas veces el chile. Los quelites aparecen entre las plantas cultivadas y, los agricultores tradicionales, en lugar de considerarlos malezas como sería el caso desde otras perspectivas agronómicas, han aprendido a usarlos, según sus tipos, para enfrentar dificultades relativas al cultivo y al crecimiento de las otras plantas distintas de las cultivadas o a recolectarlos para fines complementarios nutritivos, curativos o culinarios.⁵

El conocimiento tradicional ha identificado propiedades de algunos quelites en relación con la alimentación y con sus efectos sobre algunos trastornos de carácter digestivo o circulatorio. Estudios sobre nutrición basada en la dieta de la milpa, realizados desde la perspectiva conjunta de la química de alimentos y de la medicina nutricional, arrojaron que comer dicha dieta de maíz, frijol, calabaza y chile tiene resultados positivos sobre el equilibrio calórico y la disminución consecuente de la prevalencia de condiciones de desnutrición y de

⁵ Muchos de estos resultados están sintetizados en la referencia de la nota 1 y especialmente respecto al conocimiento culinario tradicional sobre los quelites y las propiedades nutrimentales de los platillos en Linares et al.: 2017.

obesidad. En ese marco se detectó también que algunos quelites podrían ser valiosos para la nutrición y para la prevención de algunos padecimientos de la alimentación e, incluso, para alterar el medio en que surgen y evolucionan agentes causantes de algunas enfermedades digestivas.⁶

El proyecto ETSS surgió de un amplio panel de científicos naturales y sociales que valoró los indicios y hallazgos anteriores y propuso concentrarse solamente en tres especies desde tres áreas distintas de conocimientos inter disciplinares: 1) etnobotánica, análisis sensorial y biología molecular, análisis social de la cadena de abasto y antropología de la alimentación, de las especies bajo estudio, 2) análisis nutrimentales y químicos de los componentes y de los platillos elaborados con cada una de las especies, y 3) análisis de los procesos de generación de conocimiento sobre las ETSS en relación con los mecanismos de protección y comunicación de los resultados obtenidos.⁷

El objetivo del proyecto fue producir conocimiento útil para enfrentar las condiciones de obesidad prevaleciente en la población mexicana, en particular, entre la infancia. Se propone que dicho conocimiento contribuya a generar innovaciones relativas a: 1) la dieta y sus propiedades nutricionales cuando está basada en las especies estudiadas y 2) el diseño de redes que integren productores, preparadores de alimentos y profesionales que comuniquen, mejoren y desarrollen la alimentación basada en especies tradicionales. Ambas innovaciones están vinculadas a procesos de comunicación social y de difusión pública para que se conviertan en actividades, organizaciones y sistemas normativos que las instituyan socialmente.⁸

El trabajo de investigación realizado tuvo las siguientes características. En cada área interdisciplinar se formaron grupos de trabajo que realizan actividades especializadas. Estos grupos realizan tareas científicas que suponen un alto nivel de capacitación y especialización y un uso intensivo de tecnologías específicas y de información y comunicación. Las tareas son tan diversas como para comprender, desde el ángulo de las ciencias naturales: análisis de química funcional para determinar la composición fito-química, análisis bioquímico y de patología para identificar las propiedades antibióticas y profilácticas de las distintas especies, análisis de los perfiles de aminoácidos o del índice glucémico de los platillos preparados y, desde las ciencias sociales, seguimiento de las cadenas de distribución de las plantas e identificación de su uso en las recetas culinarias históricas y actuales de las comunidades y descripción de sus características junto con aquellas del conocimiento tradicional asociado como objetos económicos para determinar las adecuadas formas de protección social y jurídica.

Los grupos que hacen estas tareas participan, de manera conjunta, en el trabajo de campo con los productores que colectan, cultivan, conservan y usan las especies. El diálogo con las personas se hace mediante cuestionarios y guías previamente diseñadas que buscan precisar tanto las formas de obtención de las especies como su transformación y uso para fines de alimentación o curación. Estos procesos se apegaron a los protocolos de consentimiento libre e informado respecto a los conocimientos tradicionales y al principio de retorno de resultados.

⁶ Los resultados en esas múltiples direcciones constan en el informe técnico del proyecto referido arriba, ver Gálvez Mariscal (2018).

⁷ Ver RDU (2015). *Revista digital universitaria*, revista.unam.mx, 1 de mayo de 2015 vol.16, núm. 5

⁸ Los principales resultados sobre la dieta están en Linares et al. (2017) y sobre los aspectos del diseño de redes en Rentería (2019).

Conviene detenerse en lo descrito para hacer algunas observaciones. La primera es sobre el carácter del proceso mismo de investigación e innovación. Cuando se extiende el concepto de innovación en dos sentidos: i) innovar es cambiar algo – un producto, un proceso, una forma organizativa, un servicio – para obtener un beneficio y ii) el beneficio no sólo es pecuniario, sino que puede ser social, ambiental, vital, entonces la investigación desde diversas disciplinas está inserta desde la raíz en el proceso mismo de innovación y la búsqueda de la innovación retroalimenta la investigación.

Una segunda observación es la obvia de que el proceso descrito de investigación e innovación funciona mediante una red de grupos y personas insertos en distintas organizaciones que comprenden entidades universitarias – facultades, institutos, centros, programas y seminarios, como figuras típicas de la organización de la UNAM – institutos y centros públicos de investigación federales y estatales, y familias y comunidades rurales y urbanas. Las personas, tanto mujeres como hombres, que relaciona el proyecto son estudiantes de distintos niveles, personal académico con funciones de investigación y docencia, profesionales de diversas disciplinas, comerciantes, individuos que realizan tareas agrícolas y de preparación de alimentos o medicinas, y que detentan conocimientos múltiples sobre las especies, su manejo, cultivo, conservación, transformación y uso.

Articulación primigenia de investigación e innovación y trabajo en red se dan en un marco transdisciplinar en ciernes. La comunicación entre disciplinas es requisito para que cada área del proyecto funcione; la obtención en campo de conocimientos que guían y acotan lo que hacen los grupos de trabajo requiere un diálogo con quienes los detentan y que se ubican más allá de las disciplinas. Surgen así conexiones de distinto tipo entre una variedad de conocimientos científicos y técnicos, desde los que se aplican en el laboratorio y en el gabinete hasta los que se usan en la cocina y en los mercados, y los conocimientos tradicionales sobre la agricultura y sus tareas, la preparación de alimentos y su conservación, el uso medicinal o curativo de las plantas, el comercio de ciertas especies y las recetas para preparar platillos y su difusión.

Los distintos conocimientos según su perfil disciplinar siempre suponen, en su comunicación, la consideración de la cultura en que surgen. No obstante, cuando el diálogo se acota a las ciencias naturales se considera, o incluso se supone, que la materia misma es común y, por lo tanto, los modos de hacer y de pensar pertenecen a una cultura común; algo similar ocurre cuando el intercambio se restringe a las ciencias sociales. El intento de traspasar del ámbito de la naturaleza al de la sociedad y viceversa parece ser más dificultoso. Pero para esa tarea siempre habrá un filósofo de la ciencia, o tal vez, de las ciencias que juegue el papel de lazarillo.

La experiencia del proyecto reseñado ilustra que las dificultades que se presentan en la comunicación entre ciencias naturales, o entre ciencias sociales, o entre ambos subconjuntos de ciencias, no son fáciles de solucionar. La guía del diálogo es, por lo general, el logro de los objetivos del proyecto y la puesta entre paréntesis de asuntos que requieren discusión y elaboración más a fondo. Las subculturas disciplinares, las culturas relativas a las diversas ciencias y la cultura científica en general ponen en acción códigos, lenguajes y modos de acción y razonamiento no fácilmente homologables.

La característica de lo que se hace en torno a las ETSS es que reúne no solamente a quienes detentan conocimiento científico sino a otros que trabajan con conocimiento técnico y a muchos más que portan conocimientos tradicionales. Este hecho tiene un aspecto común con los procesos de innovación y otro que, en este caso, es distinto.

El aspecto común es el hecho de que en los procesos de innovación siempre conviven

los conocimientos científicos y técnicos junto con los conocimientos emanados de las organizaciones en que ocurren esos procesos; estos son, habitualmente, los conocimientos organizacionales que regulan el desempeño intra organizacional y que son aquellos que controlan los gerentes.

Inclusive en las organizaciones que innovan, se usan y reformulan los conocimientos de los usuarios. Muchas veces de este último conocimiento depende el éxito de muchas innovaciones de alta tecnología: son dependientes de la adopción, adaptación y aprendizaje que practican sus usuarios. Es obvio que en este uso y armonización de conocimientos se ponen en tensión diversas culturas.

El aspecto diferencial, en el caso del proyecto que nos ocupa, es que ese otro conocimiento que juega el papel del conocimiento organizacional o del conocimiento del usuario, lo juega el conocimiento tradicional que no siempre se expresa en la misma lengua, lo que supone una mayor disparidad de códigos y lenguajes, no siempre se refiere a una cosmovisión homologable con la de las técnicas y las ciencias que dialogan con él y no siempre está anclado en modos de acción y razonamiento que siguen pautas de eficacia o de utilidad como las que ostentan, respectivamente, los miembros de una organización o los usuarios de una innovación.

La importancia del diálogo para hacer compatibles conocimientos de manera que surjan resultados conjuntos es obvia en las ciencias, en las tecnologías y en los procesos de innovación. En el caso del intercambio entre quienes portan el conocimiento científico y técnico y quienes detentan el conocimiento tradicional es un diálogo intercultural. Tiene que poner de manifiesto no solamente el reconocimiento mutuo de los dialogantes, sino que también tiene que exhibir la responsabilidad de comprender que hay parcelas de conocimiento que tienen que traducirse en los términos culturales del otro. La ambigüedad misma del verbo traducir que incluye la comprensión de lo que otro dice, pero también la interpretación en los términos de quien traduce es, como en otros casos, reveladora de las dificultades y los bloqueos del diálogo mismo. Este hecho impone que haya intermediarios que hagan posible el diálogo cuando los participantes poseen conocimientos que no son de la misma cultura; quienes se dedican a la etnobotánica, algunos antropólogos culturales y nativos de culturas tradicionales, con formación universitaria, juegan muchas veces ese papel.

El diseño de un marco transdisciplinar para generar conocimiento y la constitución de los códigos y los lenguajes para el diálogo intercultural que tiene que funcionar en su seno son tareas previas y necesarias si se quiere practicar una investigación y una innovación responsables en países que ostentan una diversidad cultural del tipo de la mexicana. El tipo de gobernanza que surge en estos procesos y las características del compromiso público y de la participación ciudadana se requieren reformular cuanto la transdisciplina se practica en un entorno de diversidad cultural donde no solamente proliferan las culturas disciplinares y aquellas de los ámbitos organizacionales donde éstas se implantan, sino que dialoga y se vinculan actividades surgidos en entornos comunitarios representativos de culturas originarias o heredados de ellas mismas. Diálogos para propiciar investigación interdisciplinar, transdisciplinar e intercultural requiere, para que emerjan innovaciones, ejercicios específicos y refinados de traducción conceptual, reconocimiento de términos de unas culturas en otras y presencia de personas con la calificación necesaria para facilitar la comunicación con esas tres modalidades.

3. Situaciones y objetos de la interacción y la comunicación

La realización del proyecto ETSS dependió crucialmente de la interacción y la comunicación entre, por un lado, grupos de trabajo de científicos y técnicos y, por el otro, personas, familias y comunidades.

Las situaciones iniciales de ambos conglomerados son francamente disímiles. Es fácil comprender que los primeros provienen de un medio urbano, tienen formación universitaria y la inmensa mayoría una dedicación a la investigación y la docencia que los hace parte de una cultura académica o científica. En tanto, los segundos provienen de un medio rural o uno urbano de pequeñas ciudades, tienen a lo sumo formación universitaria, la inmensa mayoría se dedican a la agricultura familiar, el comercio y la preparación de alimentos o de medicinas y pertenecen a diversas culturas que tienen sus raíces en las comunidades donde viven y no en las organizaciones donde trabajan. Las desigualdades en términos de acceso a recursos de diversa índole, de capacidades para funcionar – vivienda, salud, educación, tecnologías de la información y la comunicación -, de ingresos y de dotaciones ambientales son manifiestas.

En ese cuadro, la responsabilidad primera es la práctica del respeto mutuo y del consentimiento previo e informado a la hora de ser parte de un diálogo donde se intercambiarán información, experiencias y conocimientos valiosos.

Siempre el trabajo de campo del proyecto ETSS comenzó por una exposición clara de cuál es el objetivo del proyecto, qué se espera obtener de la investigación y en ella se hace el compromiso público de que todo lo que se logre en materia de innovación será, en primer lugar, retornado a las comunidades. Sigue luego una explicación de la norma que obliga a las organizaciones del Estado mexicano a actuar solicitando el consentimiento previo e informado de las personas que aporten información, experiencias y conocimientos para fines de investigación científica y, en este caso, para lograr innovaciones benéficas para la salud de las personas.

Desde el punto de vista de la IIR se requieren hacer dos precisiones importantes respecto a estas prácticas.

La primera precisión es la siguiente. El proyecto ETSS surgió de un limitado ejercicio de participación: el panel científico mencionado. Desde el ángulo de la armonización de intereses y valores que deben guiar los procesos de innovación se requieren procesos de participación previos, concomitantes y posteriores que generen los proyectos, su instrumentación y la valoración de sus resultados. En ese sentido no bastaba dicho panel originario sino que debió haber existido un diálogo previo entre los distintos participantes. En este caso, de manera específica e importante, los grupos de trabajo científico y técnico tendrían que haber intercambiado las bases del proyecto con las comunidades poseedoras de las especies, que hacen su manejo y que detentan los conocimientos tradicionales sobre ellas.

La constitución de estas instancias de participación y diálogo en América Latina es todavía materia de estudio, debate y puesta en práctica. El proyecto conjunto del Programa Iberoamericano de Ciencia y tecnología para el desarrollo (CYTED) y de la Latin American Network for Economics of Learning, Innovation and Competence Building Systems (LALICS) denominado “Red temática para mejorar el diálogo entre las comunidades involucradas en las políticas de ciencia, tecnología e innovación” (Dutrénit y Natera, eds.: 2017) ha rastreado las modalidades de diálogo. Si bien esta red cubre, en su reflexión y propuesta de buenas prácticas, un amplio espectro de experiencias de participación y diálogo incluye aquellas relativas a la formulación de políticas, programas y, eventualmente, proyectos como el que se ha reseñado. No obstante, la incorporación de una instancia de diálogo amplio entre

participantes y probables usuarios en relación con los resultados del proyecto ETSS que está en curso es un asunto bajo consideración.

La segunda precisión es relativa al compromiso público que, en un proceso de IIR, es resultante de la participación ciudadana. El proyecto ETSS adhirió de manera explícita, porque así lo marca la legislación mexicana, al requisito de consentimiento previo e informado que forma parte de la normatividad del derecho a la consulta que comprende a personas y comunidades que detentan y conservan patrimonio bio – cultural. En este sentido, la IIR, en países como México, debe incluir también el respeto a las normas jurídicas internacionales, y que forman parte del derecho nacional, que tienden a proteger la bio – diversidad y el conocimiento tradicional.

Los procesos de investigación – innovación suponen intercambios de objetos económicamente diferentes. Dichos objetos son clasificables desde el doble criterio de que sea: i) mucha o poca la dificultad de excluir a potenciales usuarios y ii) alta o baja la capacidad de sustraerlos al uso. (Ostrom: 2009).

Los objetos que tienen mucha dificultad de excluir a potenciales usuarios se califican como de uso colectivo, en tanto que los que tienen poca dificultad de excluir a potenciales usuarios son de uso individual. El conocimiento tradicional (CT) es de uso colectivo; la sopa que se hace con la receta tradicional es de uso individual.

Por otra parte, los objetos que tienen una alta capacidad de ser sustraídos al uso son rivales de los otros, en tanto que aquellos con baja capacidad para sustraerlos al uso son no rivales. El CT es un objeto rival porque tiene alta capacidad para ser sustraído al uso, basta con que quienes lo portan guarden en secreto su expresión; el conocimiento científico no puede ser sustraído al uso; la sopa es claramente un objeto rival, la tarea que hace una persona en una organización es un objeto no rival porque tiene baja capacidad de ser sustraída al uso.

El CT es un objeto de uso colectivo y rival: es un recurso de uso común. El conocimiento científico es un objeto de uso colectivo y no rival: es un bien público. La sopa es un objeto de uso individual y rival: es un bien privado. La tarea es un objeto de uso individual y no rival: es un recurso de uso restringido (o un bien club).

Piénsese ahora en lo siguiente: la receta de la sopa obtiene una marca registrada; entonces no sólo la sopa como tal es un bien privado, sino que puede haber personas que hacen de esa sopa, basada en conocimiento tradicional que es un recurso de uso común, un objeto sujeto a un derecho de propiedad que excluye a otros de su uso. Agréguese la siguiente situación: la tarea que realiza una persona dentro de una organización consta ahora en el manual respectivo; la tarea como tal es individual pero hay otros que pueden hacerla porque es baja la capacidad de sustraerla del aprendizaje; cuando se define y describe la tarea en el manual, la organización puede abrogarse el derecho de impedir su aprendizaje y difusión por otros medios; un recurso de uso restringido se sujeta al derecho de propiedad que tiene la organización sobre el manual respectivo.

La consideración del carácter económico que tienen los objetos intercambiados en los procesos de investigación – innovación son parte de la responsabilidad que tienen sus participantes. La posibilidad de que estos procesos cumplan sus compromisos públicos con ciertos valores depende crucialmente del ejercicio de dicha responsabilidad. Esa clase de responsabilidad ampliada más allá de la distinción habitual entre lo público y lo privado es una característica que tiene que integrarse firmemente en la IIR cuando se la practica desde una perspectiva intercultural.

El carácter económico de los objetos que se intercambian en un proceso de investigación – innovación, y su identificación específica, es crucial para determinar cuáles son

sus atributos en relación con sus participantes, cómo se protegerán sus derechos respecto a los objetos que aportan y que generan y qué tantos beneficios traerán aparejadas las innovaciones resultantes para ellos y para quienes sean sus usuarios. Si no se aclara ese carácter de los objetos es difícil valorar que tan responsables están siendo los participantes del proceso en términos ético -económicos en cuanto a los beneficios que obtengan ellos mismos y los usuarios de sus resultados. En el esquema de los componentes de la IIR, el cruce entre ética y compromiso público es crucial y determinante para casos donde las actividades de investigación – innovación se hacen en ámbitos transdisciplinarios interculturales.

La red de investigación e innovación que se crea mediante un proyecto como el de ETSS supone la circulación, como objetos económicos, de la variedad de conocimientos que se ha descrito. Los participantes están inmersos en organizaciones de diversos tipos que tienen sus sistemas de reglas internas relativas a las actividades que realizan y, en gran medida, en relación a los conocimientos que producen e intercambian. El asunto principal es que en la constitución de la red, y en la concomitante realización del proceso para la que se creó ese conjunto de relaciones, han surgido reglas nuevas y deberán generarse otras que serán las que den las pautas para el reparto de los beneficios resultantes. ¿Cuál es la compatibilidad de los sistemas de reglas en que actúan los participantes en sus organizaciones con respecto a las reglas surgidas en la red? Esta es la pregunta crucial para que un proceso responsable se concrete y, en particular, para que se repartan, de manera justa, los beneficios de las innovaciones generadas.

4. Valores económicos en una red de investigación e innovación responsable

La forma habitual de evaluar los resultados de los intercambios de objetos económicos es considerar si en esos actos priman criterios de eficiencia y de equidad. En particular, se juzga si un acto de cambio, dadas las intenciones y motivaciones de los participantes que determinan sus preferencias por los objetos económicos, es tal que, al llevarse a cabo, cada uno de quienes intercambian obtuvo lo que prefería dado que los demás hicieron lo propio. Un acto de cambio que goza de esa propiedad se dice eficiente (Bowles: 2004, cap. 6).

A su vez, si se considera que cada uno llega al acto de cambio en una situación inicial distinta en términos de sus capacidades de funcionar y de sus dotaciones de recursos es probable que la concreción de lo que cada uno prefiere no sea alcanzable. Dadas esas capacidades y dotaciones, los actos de cambio factibles no satisfacen en la misma medida las preferencias de todos los participantes. En consecuencia, no basta evaluar dichos actos solamente mediante el criterio de eficiencia.

La evaluación de la distribución de capacidades y recursos requiere un criterio, acordado por los participantes, que determine si esas tenencias favorecen a todos de forma tal que mediante actos de cambio logren alcanzar lo que prefieren. Si esa distribución otorga iguales posibilidades a los participantes se dice equitativa. (Bowles: 2004, caps. 3 y 5)

Las reglas del intercambio de objetos económicos se diseñan para que los actos de cambio en que participan individuos o grupos se realicen en condiciones de eficiencia y equidad. Desde un punto de vista evolutivo esas reglas conforman instituciones que surgen históricamente y no satisfacen esas condiciones ideales.

El problema que se plantea cuando se ha constituido una red de investigación e innovación que tiene como objetivo un beneficio vital: mejorar las condiciones de salud de la población, es el siguiente. Cómo se reparten, entre los participantes y los usuarios de los

resultados del proyecto, los beneficios específicos de poner en acción esos resultados relativos a la dieta de las personas que incrementan su calidad de vida.

Si un resultado principal del proyecto ha sido un recetario de platillos cuyos ingredientes son algunas ETSS (Linares et al., 2017), las recetas contienen además de las indicaciones culinarias una información accesible para el usuario que muestra los elementos nutricionales que permiten valorar efectos que la receta de cada platillo tendrá sobre la nutrición y la salud. El recetario es un resultado de: i) la conjunción de procesos de investigación donde se conectaron y establecieron diálogos entre quienes detentan conocimientos tradicionales, conocimientos científicos y técnicos y conocimientos generados en sus organizaciones de pertenencia, ii) un proceso de innovación que articuló tareas de prueba de las recetas, de compilación y edición de las mismas, de integración de los distintos tipos de conocimiento en el recetario y de producción del recetario y iii) un proceso de difusión y comunicación del recetario por diversos medios audio visuales que forma parte de la innovación misma. Piénsese ahora en los siguientes asuntos abiertos.

Asunto 1. El recetario ¿debe registrarse como una obra sujeta a derechos de autor? Las recetas originales son de las cocineras que las transmitieron y las hicieron para realizar las pruebas iniciales. Ellas a su vez las recibieron por tradición de sus familias y de las comunidades. Los aspectos técnico-nutricionales y sanitarios fueron producidos por grupos de científicos del proyecto. Las fotografías, videos y otros materiales gráficos y audiovisuales los hicieron grupos de profesionales del proyecto. ¿Quién debe figurar como autor? El derecho de autor requiere que exista una persona física o moral como titular. ¿Es posible crear una entidad moral? La entidad moral ¿debe ser constituida por las personas que participan en la red?, ¿sólo por los responsables de los grupos?, ¿deben conformarla las organizaciones en las que trabajan los miembros científicos y técnicos de la red?, ¿cómo participan en dicha entidad familias y comunidades?

Asunto 2. El recetario se pone a disposición por todos los medios en *Open Access*. ¿Cómo se atribuyen los créditos de personas y grupos? ¿Cómo los de las organizaciones participantes? ¿Cómo aparecen familias y comunidades que contribuyeron a los resultados difundidos?

Asunto 3. ¿Qué ocurre si se registra una marca y se crea una empresa privada de preparación de alimentos basada en el recetario que provee los platillos envasados y conservados de acuerdo con las indicaciones que allí constan? ¿La red surgida del proyecto debe crear entidades que produzcan los platillos y los distribuyan? ¿Cómo se constituyen dichas entidades?

Asunto 4. ¿Cómo se definen y miden los beneficios del recetario? ¿Se requiere medir su difusión o su uso y asignarles a esos resultados cuantitativos el carácter de un beneficio social? ¿Se debe hacer un proyecto de investigación en salud para establecer si la dieta del recetario mejora la calidad de vida de los usuarios?

Asunto 5. Si se crea la marca basada en el recetario y produce beneficios pecuniarios ¿cómo se reparten? Los beneficios deben recibirlos quienes portan los conocimientos o las organizaciones donde trabajan o las comunidades que integran; el beneficio con que se retribuye el conocimiento científico ¿quién lo recibe?; y el del conocimiento tradicional ¿lo reciben las personas que hicieron las recetas?, ¿sus familias?, ¿su comunidad?

Asunto 6. ¿Cuáles opciones de manejo del recetario genera además de un reparto de beneficios un proceso de inclusión social? La red del proyecto mismo es un dispositivo de inclusión social ¿se la debe mantener en torno a los resultados por esa razón? ¿Debe replicarse en redes similares mediante otros proyectos centrados en otras ETSS?

La investigación e innovación responsables se enfrenta a estos desafíos. Para resolverlos se requiere estudiar estos procesos desde el ángulo de las instituciones que deben crearse mediante la participación ciudadana y de los actores de la investigación y la innovación. Los marcos conceptuales y analíticos para hacer propuestas en ese sentido están en construcción. En todo caso, desde la economía del conocimiento y de la innovación, las categorías al uso son todavía escasas para responder las preguntas abiertas. Son limitados los conceptos descriptivos e inadecuados los valores cuando hay nuevas formas de interacción y comunicación y aún más cuando éstas se producen en una realidad pluricultural. Por ello es más fácil y frecuente que primen las formas de la acumulación originaria: pillaje, piratería, exclusión. (Marx: 1867, cap. XXIV).

5. A modo de conclusión

Los asuntos planteados abren dos vertientes de IIR. Una de carácter conceptual y otra de carácter práctico. La primera consistirá en responder las preguntas desde un punto de vista reflexivo y constructivo. La segunda será la formulación de políticas públicas que conduzca a una innovación institucional que incorpore valores económicos que se satisfagan en los entornos transdisciplinarios e interculturales descritos.

6. Referencias

- Bowles, S. (2004), *Microeconomics*, Princeton University Press.
- Dutrénit, G. y J. M. Natera eds. (2017), *Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CLACSO; Madrid : CYTED ; México: LALICS.
- Gálvez Mariscal, M. A. (2018), “Informe técnico final del proyecto CONACYT núm. 214286 ‘Rescate de especies subvaloradas tradicionales de la dieta mexicana y su contribución para el mejoramiento de la nutrición en México’”, México, Cd Mx: UNAM – CONACYT.
- La Jornada (2017), “Suplemento informativo”, *La Jornada del Campo*, año XI, núm. 122, 18 de noviembre.
- Linares, E., R. Bye, N. Ortega, A.E. Arce (2017), *Quelites: sabores y saberes del sureste del Estado de México*, México, CDMX: Universidad Nacional Autónoma de México. 90 p. (Versión electrónica 2019)
- Marx, C. (1872 [2014], *El capital: Crítica de la economía política*, tomo I, Fondo de Cultura Económica. 4a. ed. Olivé, L., A. Argueta y M. Puchet (2018), “Interdisciplina y transdisciplina frente a los conocimientos tradicionales”, *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, ISSN 1668-0030, vol. 13, núm. 38, 135-153.
- Rentería Torres, J. I. K. (2019), *UMU'UK'A'ANKÚUNTA'AL U JANABE'ENIL XIIWO'OB. Propuesta de un modelo de gestión intercultural de las especies tradicionales subvaloradas o subutilizadas*, Tesis de licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales, Ciudad Universitaria, Cd Mx: UNAM, en proceso para su defensa.
- Ostrom, E. (2009), *Nobel Lecture*.
- RDU (2015), *Revista digital universitaria*, revista.unam.mx, 1 de mayo de 2015 vol.16, núm. 5.
- von Schomberg, R. y J. Hankins eds. (2019), *International Handbook on Responsible Innovation. A Global Resource*, Cheltenham y Northampton: Edward Elgar.

El Inventario de los atributos del Pensamiento Tecnológico, como instrumento para el análisis de artefactos tecnológicos.

Enrique Diógenes Cárdenas Salgado PhD
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA- Regional Meta, Centro de industria y servicios, Colombia.
ecardenass@sena.edu.co

David Ernesto Ardila Perilla
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA- Regional Meta, Centro de industria y servicios, Colombia.
deardila41@misena.edu.co

Resumen

En el proceso de formación de técnicos y tecnólogos; que incluye los docentes del área de tecnología e informática de las instituciones educativas, se piensa ¿cuál es la mejor forma de enseñar esta área y cuál es el escenario más adecuado para su aprendizaje?, surgen otros cuestionamientos como son: ¿Didácticamente cómo hacerlo?, ¿Qué usar para apropiar esta área denominada Tecnología e Informática?, en el currículo de la educación colombiana (MEN, 2008). Lo anterior tiene un fin en la formación del talento humano para el ámbito empresarial y social; es así, como en esta investigación, se incorpora el análisis de objetos o artefactos tecnológicos, producto del pensamiento humano para suplir sus necesidades en diferentes momentos de su existencia y analizar su relación con los atributos del Pensamiento Tecnológico propuesto, en adelante PT. La finalidad de la investigación es Verificar la existencia o ausencia de Pensamiento Tecnológico en términos de los atributos que lo caracterizan, en el estudio de un artefacto tecnológico; para el desarrollo de esta actividad se aplica como instrumento de recolección de información denominado, Inventario de atributos del pensamiento tecnológico IAelPT. El enfoque de la investigación es de carácter cualitativo, de tipo descriptiva en cuanto a su amplitud, es un estudio microsociológico, que se realiza con un grupo de aprendices de tecnólogos del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, regional Meta.

Palabras clave

Pensamiento Tecnológico, Atributos, artefacto tecnológico

1. Horizonte Metodológico porque es cualitativo, descriptivo

Para abordar el problema de investigación se propuso un enfoque cualitativo, cuya pretensión es la de explicar o de interpretar las situaciones estudiadas, que para el caso son los atributos del pensamiento tecnológico aplicados a una unidad de análisis compuesta por 20 aprendices, que en su proceso de formación cursan un tecnólogo en el SENA. El carácter del estudio es descriptivo, en tanto, que “se limita a medir la presencia, características o distribución de un fenómeno dentro de la población de estudio” (Veiga De Cabo, De La Fuente & Zimmermann, 2008, p. 82), que para el caso de la investigación, se propende por el análisis de los atributos y su caracterización frente a su aplicación.

Para el logro de la aproximación al objeto de estudio y los objetivos propuestos, se determinaron las siguientes fases:

Fase I. Atributos del pensamiento tecnológico: De acuerdo a lo señalado en el marco teórico, en esta investigación se asumen los planteamientos de Cárdenas (2012), quien describe los atributos del PT así: El PT está conformado por el conjunto de raciocinios (análisis-síntesis, analogías - contraste, causa-efecto, sistema mental, ponderación, mentalidad proyectual, solución de problemas y racionalidad) que los seres humanos realizan con los materiales, los objetos y los hechos de la naturaleza para modificar su estado, innovarlos o crearlos. En la realización de estos raciocinios, el pensamiento incorpora, cuando lo requiere, conocimiento científico, Técnico, ético, estético, ecológico y sociohistórico.

Fase II. Valoración de los atributos del Pensamiento Tecnológico en un grupo de aprendices del SENA. Los participantes en el proceso de valoración de los atributos del Pensamiento Tecnológico fueron 19 aprendices de un tecnólogo del SENA. Sin importar sus características de género, raza o condición social o edad. Para la valoración del Pensamiento Tecnológico se siguió un procedimiento de Análisis de tarea el cual se enmarca dentro de la teoría de Pascual-Leone y Johnson, (1991), quienes asumen dos tipos de análisis, el objetivo y el subjetivo. El proceso anterior implicó el análisis de un artefacto para transformarlo e innovarlo.

Fase III. Proceso de recolección de la información. Sobre un formato entregado para ser diligenciado por los aprendices, se estructuró una rejilla de calificación mediante la adición de una columna en la cual se iba marcando la presencia o ausencia de cada uno de los descriptores de acuerdo a las manifestaciones respectivas que se evidenciaban en las respuestas.

2. Referencias

- Bandura, A (1987). *Pensamiento y acción Fundamentos Sociales*. Barcelona España: Ediciones Martínez Roca, S.A. Cajas, F. (2001). Alfabetización Científica y Tecnológica: la Transposición Didáctica del Conocimiento Tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*. 19, (2). 243-254. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/38990665.pdf>
- Cárdenas, E. (2013). *Hacia la conceptualización del Pensamiento Tecnológico en educación en tecnología*. Bogotá Colombia. Tesis de doctorado (Doctorado interinstitucional). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Feldman, R.S (2001) *Psicología Con aplicaciones de habla Hispana.*, McGRAW-HILL México. Cuarta edición.
- Gonzalo, R., Rodríguez, C., Carrera, X. y Fernández, L. (2000). *Pensamiento Tecnológico*. Apuntes, resúmenes y notas de los textos escritos. Recuperado de www.qcentro.org/Etica/quelcom/puente/.../nbf-resumenes6.00.rtf
- Guilford, J. (1962). *Sicología general*. México: Editorial Diana, 2ª. ed. 560 p.434.
- Hartry, L, T & Jackson H, R (1998). *Aprendizaje y Cognición*. Madrid España: Prentice Hall.
- Martínez, B. (2002). *El taller de literatura, un taller de pensamiento*. Colombia: Universidad de la Sabana.
- Ministerio de Educación Nacional (2008). *Ser competente en tecnología: Una necesidad para el desarrollo*. Bogotá: Imprenta Nacional Colombia.
- OECD. (2004). *Programme for International Student Assessment. First results from PISA 2003: executive summary*. Francia: OECD. Recuperado de <http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/34002454.pdf>
- Portal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). *La Cognición*. Recuperado de https://portalacademico.cch.unam.mx/repositorio-de-sitios/experimentales/psicologia1/Ps1/MD3/MD3- L/LECTURA_COGNICION.pdf
- Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. (1997). *Estatuto de la formación profesional integral del SENA*. Santa Fe de Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA.
- UNESCO (1999). La Educación Tecnológica y el Siglo 21. *Contacto: Boletín internacional sobre educación científica, tecnológica y ambiental de la UNESCO*, 24, (4). 1-24. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146408_spa

Veiga De Cabo, J., De La Fuente Díez, E. & Zimmermann, M. (2008). Modelos de Estudios en Investigación Aplicada: Conceptos y Criterios para el Diseño. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54 (210), 81-88. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011&lng=es&tlng=es.

La extensión agrícola como eje de desarrollo de la capacidad de colaboración al interior de sistemas de innovación agrícola: un enfoque de perfil de investigación

Efrén Romero Riaño

Universidad Autónoma de Bucaramanga, Doctorado en Ingeniería, Colombia_
eromero21@unab.edu.co

Piedad Arenas Díaz

Universidad Industrial de Santander, Directora grupo de investigación Innotec, Colombia
parenasd@uis.edu.co

Juan Hernando Puyana Valdivieso

Director Ejecutivo de la Comisión Regional de Competitividad de Santander, Colombia
juan.puyana@camaradirecta.com

Paula Andrea Montenegro Martínez

Universidad Industrial de Santander, Estudiante de Ingeniería Industrial, Colombia_
paumon562@gmail.com

Anggy Carolina Vera Merchán

Universidad industrial de Santander, Estudiante de Ingeniería Industrial, Colombia
anggy.vera.merchan@gmail.com

Resumen

El objetivo de este artículo es caracterizar la estructura del campo de investigación de extensión agrícola dentro los sistemas de innovación agrícola. Este trabajo es un aporte académico de vital importancia, en razón al enfoque novedoso de su metodología, y a la necesidad de identificar estrategias que promuevan el desarrollo del servicio de extensión agropecuario en Colombia, propuesto por la Ley 1876 de 2017. Los resultados más relevantes incluyen un perfil de investigación del dominio de extensión agrícola generado a partir de metadatos de artículos publicados en revistas indexadas en la base de datos Scopus, la caracterización de la evolución y la identificación de áreas emergentes de investigación a partir de mapas de coocurrencia de palabras clave y el examen de las relaciones de coautoría entre autores de artículos incluidos en el estudio. Los hallazgos muestran una evolución de la investigación de la extensión agrícola centrada en los vínculos, la gestión de redes y la innovación. El campo de investigación se encuentra influenciado por el enfoque de innovación agrícola generado desde instituciones de países desarrollados y se requiere una adaptación a las necesidades y realidades de países de economía emergente como Colombia.

Palabras clave

Agricultural Innovation Systems, Agricultural Extension, links, relationship, social network analysis, research profiling, agricultural policy.

1. Introducción

Los Sistemas de Innovación Agrícola, SIA, se caracteriza por la interacción de diversos actores, en la introducción e intercambio de información nueva o existente (Leeuwis, 2004). Existe consenso en la literatura, alrededor que el análisis de la eficiencia de las interacciones entre actores, así como de la eficiencia de la red (Isaac, 2012) a través de trabajo colaborativo en red (Holzmann, Sailer, & Katzy, 2014; Lamprinopoulou, Renwick, Klerkx, Hermans, & Roep, 2014; Schut et al., 2016), posibilita la gestión del desempeño de los SIA (Miller & Le Breton-Miller, 2006). Los bajos niveles de interacción y colaboración dentro de las redes de “Stakeholders” de los SIA, se identifican como variables críticas o restricciones de su desempeño (Schut, Rodenburg, Klerkx, van Ast, & Bastiaans, 2014). Caracterizar las estructuras que subyacen a las redes de colaboración científica, en el área de extensión agrícola, resulta determinante para la gestión eficiente del desempeño innovador de los SIA.

Dentro de los SIA, las políticas agrícolas, son referenciadas como instrumentos para: mejoramiento de las capacidades, lucha contra la pobreza y mejoramiento de ambientes rurales (Bebbington, 1999), la creación de lazos entre universidad e industria (Milena et al., 2017), la evaluación de factores que afectan la innovación en los granjeros (Lowitt et al., 2015), el uso del suelo y la seguridad alimentaria (A S Saint Ville, Hickey, & Phillip, 2015), el desarrollo sectorial centrado en el cultivo de palma (Adebawale, 2017), el análisis del impacto de las subvenciones en la innovación de pequeños granjeros (Ton, Klerkx, de Grip, & Rau, 2015), la relación entre el capital social y la seguridad alimentaria (Arlette S. Saint Ville, Hickey, & Phillip, 2017) y los mecanismos para mejorar la difusión o entrega de los servicios de extensión agrícola (Agwu et al., 2008).

En Colombia la Ley 1876 de 2017, promueve la extensión agrícola como herramienta para mejorar las salidas de innovación, soportados en un aumento del número de interacciones y la creación de agentes de extensión, para mejorar la productividad, competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario colombiano (Presidencia, 2017). Esta ley constituye un esfuerzo para cerrar brechas en: innovación agrícola (Colciencias, MADR, & Corpoica, 2017), productividad (Departamento Nacional de Planeación, 2015) y falencias en el sistema de soporte a la innovación agrícola (OCDE, 2015). Este artículo, constituye un aporte académico al desarrollo de los objetivos de esa Ley.

Por extensión agrícola se entiende: “el proceso de acompañamiento mediante el cual se gestiona el desarrollo de capacidades de los productores agropecuarios, su articulación con el entorno y el acceso al conocimiento.” (Presidencia, 2017). Se identifican diversos estudios centrados en extensión agrícola, como: la influencia de los agentes de extensión (Schut et al., 2014), el mejoramiento de los sistemas de producción de ganado en pie (Asres, Sölkner, Puskur, & Wurzinger, 2012), la influencia del capital social en los flujos de conocimiento en SIA (A S Saint Ville, Hickey, Locher, & Phillip, 2016), la adopción de tecnología en el sector palmero (Aguilar-Gallegos, Muñoz-Rodríguez, Santoyo-Cortés, Aguilar-Ávila, & Klerkx, 2015), los efectos de la intermediación en SIA (Hellin, 2012) y la extensión como motor de innovación y reforma (Rivera & Sulaiman, 2009) y la importancia de la comunicación rural (Leeuwis, 2004). No se identifican artículos centrados en la extensión agrícola en Colombia.

El objetivo de este artículo es caracterizar la estructura del campo de investigación de extensión agrícola dentro los SIA, por medio de la construcción de un perfil de investigación, basados en información de artículos publicados en Scopus y soportados en conceptos de bibliometría.

2. Metodología

2.1. *Perfilación general de investigación*

El perfil de investigación se construye con base a lo planteado por (Martinez, Jaime, & Camacho, 2012; Porter, A. L., Kongthon, A., & Lu, 2002). Un perfil de investigación es la utilización de técnicas, métodos y principios bibliométricos para analizar la literatura contextual, ampliar y mejorar la comprensión del panorama de investigación.

Para esta primera etapa se realiza un análisis cualitativo realizado de la ley 1876 de 2017 por medio del software NVIVO (Hamed, Saleh, & Alabri, 2013) se determina que uno de los puntos clave para el correcto desarrollo y progreso del Sistema de Innovación Agropecuario, es el servicio de extensión como eje fundamental, por lo tanto, la ecuación de búsqueda se adecua de tal manera que los resultados obtenidos se enfoquen principalmente en los términos de extensión, innovación, redes de trabajo entre otros.

La consulta se realiza en un periodo de tiempo comprendido entre el año 2003 y 2018, estratégicamente la búsqueda se realiza por medio de una revisión de literatura utilizando los títulos, abstract y palabras clave como filtros.

Utilizando como herramienta la base de datos de Scopus con la cual se extraen los metadatos del campo de investigación seleccionado por medio de la ecuación de búsqueda: (TITLE-ABS- KEY ("agr*innovat*system*") O TITLE-ABS-KEY ("agr*system * of innovat *") Y TITLE- ABS-KEY ("link*") O TITLE-ABS-KEY ("network*") O TÍTULO-ABS KEY ("agr*extension*") O TÍTULO-ABS-LLAVE ("relation*") O TÍTULO-ABS LLAVE ("interrelation*") O TÍTULO-ABS- CLAVE ("rapport*")), la cual genera un total de 81 registros. Con el fin de posibilitar los análisis, se exporta el archivo completo de metadatos que incluye: palabras clave, autores, revistas, países, instituciones, áreas de conocimiento y citas.

Con el fin de generar los mapas de redes bibliométricas, se usa el software VOS VIEWER, el cual ha sido utilizado en otros estudios para la visualización de redes sociales dentro de los procesos de análisis bibliométrico y la construcción de mapas, e interoperable con UCINET. Este es un software especializado en el análisis de redes sociales, que brinda la opción de calcular los indicadores centralidad, poder e intermediación (Johnson, Borgatti, Luczkovich, & Everett, 2014) a nivel de red y a nivel de nodos.

En la primera fase, se presenta el perfil general compuesto por: perfil de producción anual, países, instituciones, revistas, autores y áreas. En la segunda fase se analiza la relación entre las áreas y los perfiles de revistas y autores. Para la tercera fase, se estudia el perfil de tema correspondiente a las palabras claves sumado al perfil de tema relacionado con autores y áreas temáticas, y se construyen las gráficas de coocurrencia (estructura semántica) y coautoría (autores), a partir de metadatos extraídos de Scopus.

2.2. *Estructura semántica del campo de investigación*

Se implementa un análisis de coocurrencia de palabras claves o “co-word analysis”(Liu, Yin, Liu, & Dunford, 2015). Se construyen las gráficas de coocurrencia (estructura semántica) a partir de metadatos extraídos de la base de datos de Scopus. Estas gráficas de coocurrencia de palabras clave, se construye con base al software VOS VIEWER(Eck & Waltman, 2013). El cual permite visualizar las relaciones o conexiones entre los términos de la muestra (van Eck &

Waltman, 2010) y caracterizar la naturaleza emergente de temas de investigación.

2.3. *Análisis de coautoría*

El análisis de coautoría permite identificar escuelas de pensamiento (Gmür, 2003) y permite ver la estructura social de los campos de investigación (M.J. Cobo, A.G. López-Herrera, E. Herrera- Viedma, 2011). Se construyen las gráficas de coautoría (autores), a partir de metadatos extraídos de la base de datos de Scopus. Los mapas de coautoría se construyen con base al software (VOS VIEWER 2013) mediante la herramienta de análisis de coautoría, haciendo uso de la opción Overlay, donde se visualizan los vínculos de colaboración existentes entre investigadores a través del tiempo para detectar quienes son los grupos de autores pioneros y los grupos emergentes.

2.4. *Análisis general*

Se analiza si existe relación entre los mapas de estructura semántica realizados en el software junto con los perfiles relacionados con las palabras clave con mayor utilización, de esta misma manera se analizan las similitudes entre el mapa de coautoría y los perfiles donde se involucren los autores en cada una de las áreas y palabras clave. A continuación, se presenta los principales resultados del estudio.

3. Resultados y discusión

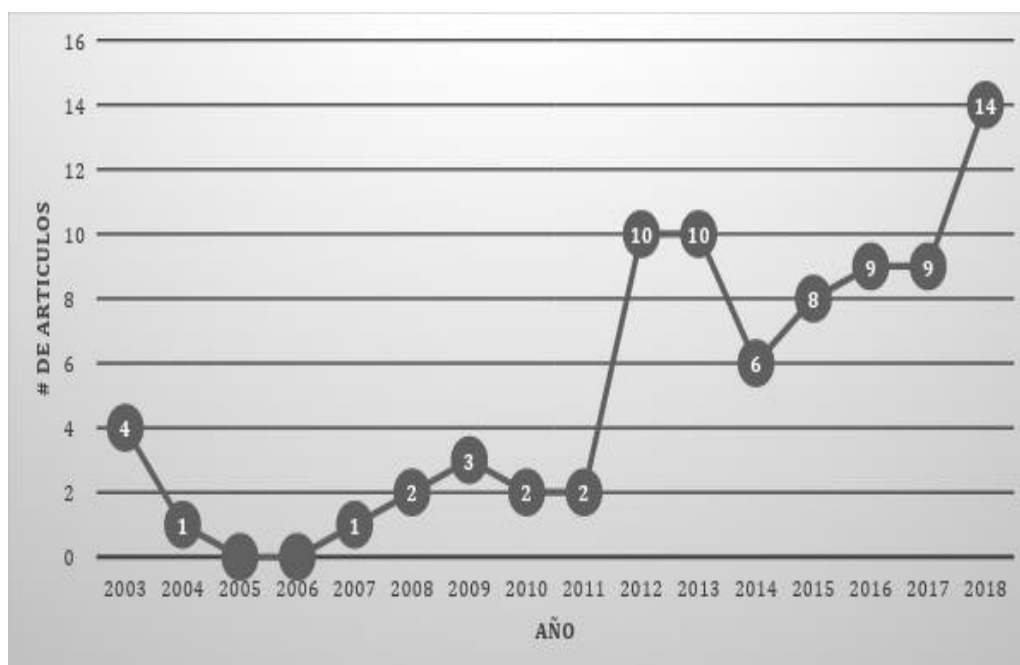
3.1. *Perfil general de investigación*

El perfil general de investigación está compuesto por 11 análisis en aspectos diferentes, los cuales arrojan que el campo de investigación está en constante crecimiento siendo el año 2018 el que ha presentado la mayor cantidad de producción científica, la Universidad con más trabajos en el área de investigación es Wageningen University and Research Centre, universidad pública holandesa en Wageningen, Países Bajos de la cual el Investigador klerkx Laurens lidera las investigaciones en innovación agrícola, los resultados de análisis por áreas de revistas demuestra que las revistas Agricultural Systems y Journal of Agricultural Education and Extension son las más representativas en las principales áreas, y en el análisis de áreas por autores, indica que en cada una de las principales áreas los autores Klerks y Leeuwis vienen siendo los más dedicados a la temática, finalmente en el análisis realizado según el perfil de palabras clave, las palabras principales son Innovación, sistemas de innovación agrícola, así como la investigación, la extensión, el desarrollo y la tecnología del campo agrícola.

3.1.1. *Productividad científica por año*

La figura 1, presenta la tendencia creciente de la productividad científica correspondiente a la extensión agrícola y el relacionamiento dentro de SIA.

figura 1. Productividad Científica por año centrada en la extensión agrícola al interior de SIA.



El número de publicaciones anuales en el año 2003 fue de 4 artículos mientras que en el año 2018 ha sido de 14 artículos con un aumento significativo de 10 publicaciones entre un año y el otro.

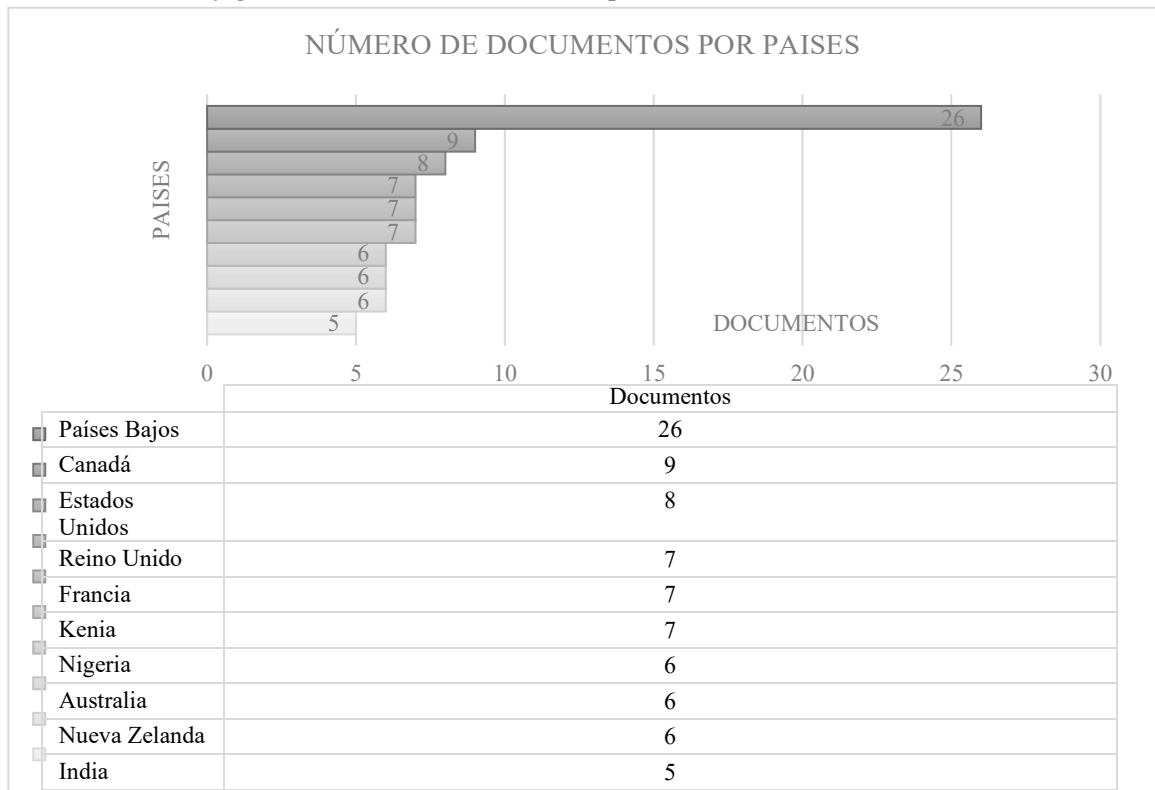
Se aprecia baches en el número de publicaciones entre el periodo de tiempo comprendido entre el año 2005 y 2006, así mismo 2013 y el 2014. El año 2018 muestra el mayor número de publicación de artículos, evidenciando una tendencia general que demuestra el aumento del interés en la producción científica centrada en extensión dentro de los SIA.

3.1.2. Perfil del país

La figura 2, muestra la participación de los países en el campo de estudio. Holanda es el país con mayor número de publicaciones (26 en total) a febrero de 2019, siendo más del doble que el promedio de producción por país, el cual oscila en promedio entre 4 y 9 publicaciones por país en los primeros 10 países del ranking.

La productividad científica se distribuye en 38 países involucrados en los 81 artículos publicados objeto de estudio. Se identifican como regiones altamente interesadas en la extensión agrícola en SIA: Europa contando con países bajos, Francia y Reino Unido como los principales involucrados con un total de 40 artículos, seguidos por América del Norte con la participación principal de Canadá y Estados Unidos con un total de 17 artículos.

figura 2. Número de documentos por Países en la muestra



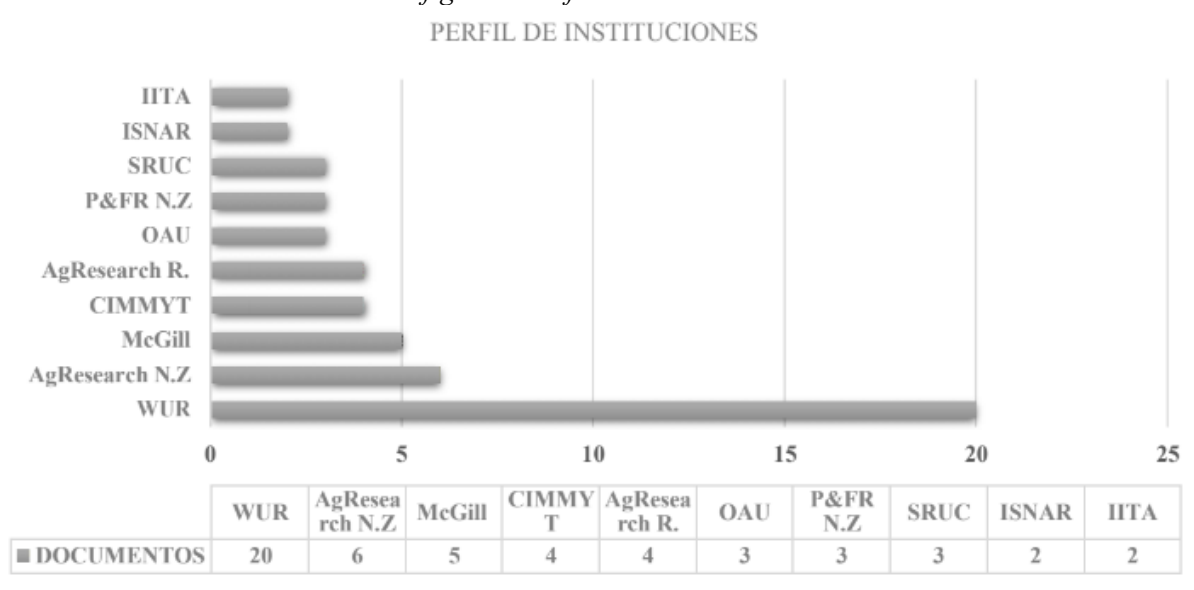
Existe una baja participación de Asia teniendo como país promotor a India con 5 artículos y América Latina. A la fecha no se identifican investigaciones centradas en Colombia.

3.1.3. Perfil de Instituciones

La figura 3, presenta la participación por cada institución que realiza investigaciones correspondientes al tema de estudio. Lidera el listado el Instituto de Investigación Wageningen University and Research Centre (20 artículos) representando países bajos, ocupando el segundo lugar se encuentra AgResearch, New Zealand (6 artículos) y McGill University en Canadá (5 artículos) en el tercer lugar.

Se verifica que efectivamente a nivel institucional, Europa, América del norte y Oceanía, tienen las organizaciones que lideran la productividad científica centrada en la extensión y el relacionamiento dentro de Sistemas de innovación agrícola.

figura 3. Perfil de Instituciones



3.1.4. Perfil de revistas

En la Tabla 1, resume las revistas más productivas en el campo de estudio, los datos expuestos indican que los 81 artículos fueron escritos en 45 revistas científicas, las primeras 10 revistas contribuyen con más de 43 artículos publicados durante los años 2003-2018, estas revistas principales equivalen al 55% del total de los artículos publicados analizados. De estas revistas cuatro están ubicadas en el primer cuartil (Q1), cuatro en el segundo cuartil (Q2) y una en el cuarto cuartil (Q4) según la clasificación de instituciones Scimago Journal & Country Rank que proporciona un índice de calidad relativo (ICR) de las revistas incluidas en la base de datos de Scopus a partir de 1996.

Tabla 1. Top 10 de las revistas más Prolíficas y su respectivo cuartil.

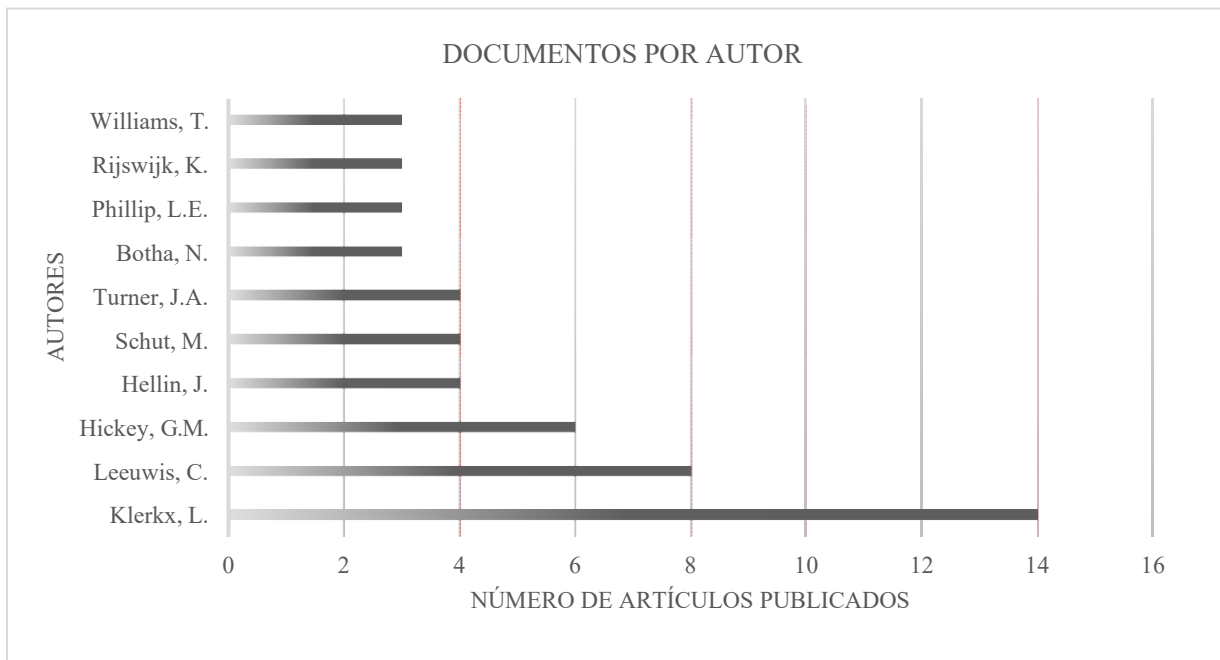
Revista	# De Registros	Cuartil
Agricultural Systems	14	Q1
Journal of Agricultural Education and Extension	10	Q2
Outlook On Agriculture	6	Q2
International Journal of Agricultural Resources Governance and Ecology	3	Q4
Eurochoices	2	Q2
Food Security	2	Q1
International Journal of Agricultural Sustainability	2	Q1
Land Use Policy	2	Q1
Njas Wageningen Journal of Life Sciences	2	Q2

De acuerdo con el perfil de revistas mostrado en la tabla 1, se identifica que la Revista “Agricultural Systems”, AS, ocupa el primer lugar dentro de la categoría, tomando como base el número de registros. Agricultural Systems, es una revista internacional que trata las interacciones entre los componentes de los sistemas agrícolas. AS se ubica dentro del primer cuartil (Q1) desde el año 2003 está en su máxima categoría en sus áreas Agronomía y Ciencia de los Cultivos además Ciencia y zoología animal, Su índice H es de 88 y se encuentra en la cuarta posición dentro de su área.

3.1.5. Perfil de autores

La figura 4, permite visualizar cuales son los autores y su número de publicaciones, El autor con mayor productividad dentro del conjunto, es Laurens Klerkx quien tiene 14 artículos asociados a la innovación, investigación y extensión en los SIA. Los autores que le siguen tienen un nivel de producción intelectual similar entre sí, se podría conformar 3 grupos según la cantidad de publicación para los 10 primeros lugares, siendo el primero klerkx, segundo Leeuwis y Hickey, y tercero Hellin, Schut y Turner, los cuales han hecho una producción de 4 artículos cada uno. Finalmente, los autores como Botha, Phillip, Rijswijk y Williams han presentado 3 artículos de investigación cada uno.

figura 4. Top 10 de autores más prolíficos.



3.1.6. Perfil de Áreas

Se obtienen 15 categorías de áreas temáticas de Scopus relacionadas con los 81 artículos publicados. De los resultados documentados en la tabla 2 (9 áreas), se aprecia que las principales categorías de áreas temáticas corresponden a: Ciencias Agrícolas y Biológicas, Ciencias Sociales y Ciencias Ambientales, que conforman el 74,13% del total de las

publicaciones, áreas como Ingeniería, Ciencias de la Tierra y Planetarias podrían llegar a ser interesantes áreas de investigación puesto que están en una etapa emergente en la exploración de este conjunto de conocimientos, por otra parte las áreas que se encuentran en un nivel intermedio son Negocios, Gestión y Contabilidad y Economía, Econometría y Finanzas las cuales al ser avanzadas en estudios pueden convertirse en áreas temáticas muy sugestivas para el sector industrial y empresarial. Del total de las revistas de la muestra, 20 se encuentran indexadas en las áreas de Economía, Econometría y Finanzas Economía e Ingeniería.

Tabla 2. Producción de artículos por área temática

Área	Artículo
Agricultural and Biological Sciences	54
Social Sciences	33
Environmental Science	19
Business, Management and Accounting	9
Economics, Econometrics and Finance	9
Computer Science	5
Biochemistry, Genetics and Biology	3
Earth and Planetary Sciences	3
Engineering	2

A continuación, se presenta el análisis cruzado de los perfiles de: revistas por área temática, perfil de autores por área temática, también perfil de autores por palabras clave y palabras clave por área temática. Además del perfil de palabras clave por autor.

3.1.7. Perfil de revistas por área temática

La tabla 3, hace referencia al perfil de las revistas más destacadas por área temática, se observa que la revista de Educación y Extensión Agrícola ocupa el segundo y primer lugar en las dos primeras asignaturas correspondientes a Ciencias Agrícolas y Biológicas y Ciencias Sociales con una alta participación saliente con respecto a cada grupo de revistas, cabe destacar que la revista Sistemas Agrícolas a pesar de solo encontrarse dentro del primer conjunto de revistas asociadas al área temática de Ciencias Agrícolas y Biológicas es una revista con una alta participación en el campo en contraste con las asignaturas temáticas de Negocios, Gestión y Contabilidad y Economía, Econometría y Finanzas cuyas revistas relacionadas se encuentran actualmente en una fase naciente.

Tabla 3. Las cinco revistas más productivas por área temática.

Área	Revista	Documentos
Agricultural and Biological Sciences	Agricultural Systems	14
	Journal of Agricultural Education and Extension	10
	Outlook On Agriculture	6

(54)	International Journal Of Agricultural Resources Governance And Ecology	3
	Food Security	2
	Agricultural Education and Extension	10
ial Science (33)	Eurochoices	2
	Good Security	2
	Land Use Policy	2
	ningen Journal of Life Sciences	2
	Outlook On Agriculture	6
Environmental Science (19)	International Journal of Agricultural Resources Governance and Ecology	3
	Land Use Policy	2
	Regional Environmental Change	2
	1 Line Papers in Economics and Informatics	1
Business, Management and Accounting (9)	Of Co Operative Organization And Management	1
	f Technology Management and Innovation	1
	Journal on Chain and Network Science	1
Economics, Econometrics and Finance (9)	nal Journal of Agricultural Sustainability	2
	1 Line Papers in Economics and Informatics	1
	Food Policy	1

3.1.8. Perfil de autores por área temática

La tabla 4, proporciona la relación existente entre el perfil de los autores más destacados por área temática. El autor con mayor influencia es Lauren Klerkx, quien ocupa en primer lugar en las 3 principales áreas de conocimiento correspondientes a Ciencias Agrícolas y Biológicas, Ciencias Sociales y Ciencias Ambientales. Otros autores destacados son Botha y Turner los cuales presentan una contribución promedio de los grupos de autores en los que se encuentran, sin embargo, existen autores tales como Compaoré y Temple los cuales se encuentran realizando estudios emergentes al respectivo campo de investigación.

Tabla 4. Los autores más prolíficos por área temática.

Área	Autores	Documentos
Agricultural and Biological Sciences (54)	Klerkx, L.	12
	Leeuwis, C.	7
	Turner, J.A.	4
	Botha, N.	3
	Hickey, G.M.	3

Social Science (33)	Klerkx, L.	6
	Hellin, J.	4
	Adejuwon, O.O.	2
	Blackett, P.	2
	Botha, N.	2
Environmental Science (19)	Klerkx, L.	4
	Turner, J.A.	3
	Botha, N.	2
	Hickey, G.M.	2
	Phillip, L.E.	2
Business, Management and Accounting (9)	Compaoré S, E.M.F.W.	2
	Temple, L.	2
	Avolio, G.	1
	Bin, A.	1
	Blasi, E.	1
Economics, Econometrics and Finance (9)	Compaoré S, E.M.F.W.	2
	Temple, L.	2
	Deneke, T.T.	1
	Ekpo, F.E.	1
	Gulti, D.	1

3.1.9. Perfil de Palabras Clave

La tabla 5, resume las palabras clave más frecuentes por autor en sus publicaciones. Para esto se tomó el top 10 de “keywords” más representativas en los resultados de búsqueda. Este análisis refleja que la palabra “Innovation”, es la más frecuente seguida de la expresión: “Agricultural Innovation System”. Existe una familia de términos, asociados a la palabra “Agricultural” asociado a: Investigación, Extensión, Desarrollo, Tecnología y Política Agrícola, las cuales conforman el 75% del panorama de la investigación. Dentro de los resultados aparece la expresión “Food security”, esta permite interpretar que las herramientas, los mecanismos, y los métodos de extensión agrícola están siendo utilizados para eliminar la vulnerabilidad de las poblaciones, los agricultores y los campesinos, en esta área.

Tabla 5. Las palabras clave del autor con mayor frecuencia de aparición.

Palabras Clave	# artículos
Innovation	32
Agricultural Innovation System*	30
Agricultural Research	12
Agricultural Extension	10
Agricultural Development	9

Agricultural Technology	9
Agriculture	9
Agricultural Policy	8
Farming System	8
Food Security	8

3.1.10. Perfil de autores por palabra clave

Hace referencia a la conexión entre las principales “keywords” y sus autores más representativos.

Tabla 6. Top 10 temas de investigación más utilizados y sus autores más representativos.

Palabras clave	Autores	Palabras clave	Autores
1. Innovation	Klerkx, L. Leeuwis, C. Schut, M. Bastiaans, L. Hickey, G.M.	6. Agricultural Technology	Klerkx, L. Bastiaans, L. Beers, P.J. Camacho, C. Funes-Monzote, F.R.
2. Agricultural Innovation System*	Klerkx, L. Turner, J.A. Botha, N. Hickey, G.M. Leeuwis, C.	7. Agriculture	Agwu, A.E. Barrett, T. Basu, S. Bin, A. Busthanul, N.
3. Agricultural Research	Klerkx, L. Leeuwis, C. Schut, M. Adeyemi, O. Bastiaans, L.	8. Agricultural Policy	Klerkx, L. Hickey, G.M. Leeuwis, C. Aarts, N. Isaac, M.E.
4. Agricultural Extension	Leeuwis, C. Hellin, J. Klerkx, L. Adeyemi, O. Camacho, C.	9. Farming System	Klerkx, L. Barnard, T. Bastiaans, L. Ekpo, F.E. Funes-Monzote, F.R.
5. Agricultural Development	Adeyemi, O. Barnard, T. Davis, K. Ekboir, J. Funes-Monzote, F.R.	10. Food Security	Hickey, G.M. Phillip, L.E. Agwu, A.E. Bastiaans, L. Bothi, K.L.

Cada uno de los principales autores se diferencian entre sí por centrarse en temas de estudio específicos. Klerkx, L., es el autor con mayores aportes en el área de Ciencias Agrícolas y Biológicas, se dedica especialmente a la innovación, particularmente en los sistemas agrícolas, así como la investigación, la tecnología y las políticas agrícolas. Así mismo

esta Leeuwis, C se ha inclinado por la extensión, la innovación y la investigación Agrícola. Hickey, GM se ha centrado en seguridad alimentaria (tabla 6).

3.1.11. Perfil de palabras clave por área temática

La Tabla 7, presenta la relación existente entre las palabras clave más citadas por área temática.

Tabla 7. Top 10 de palabras clave por categoría de tema.

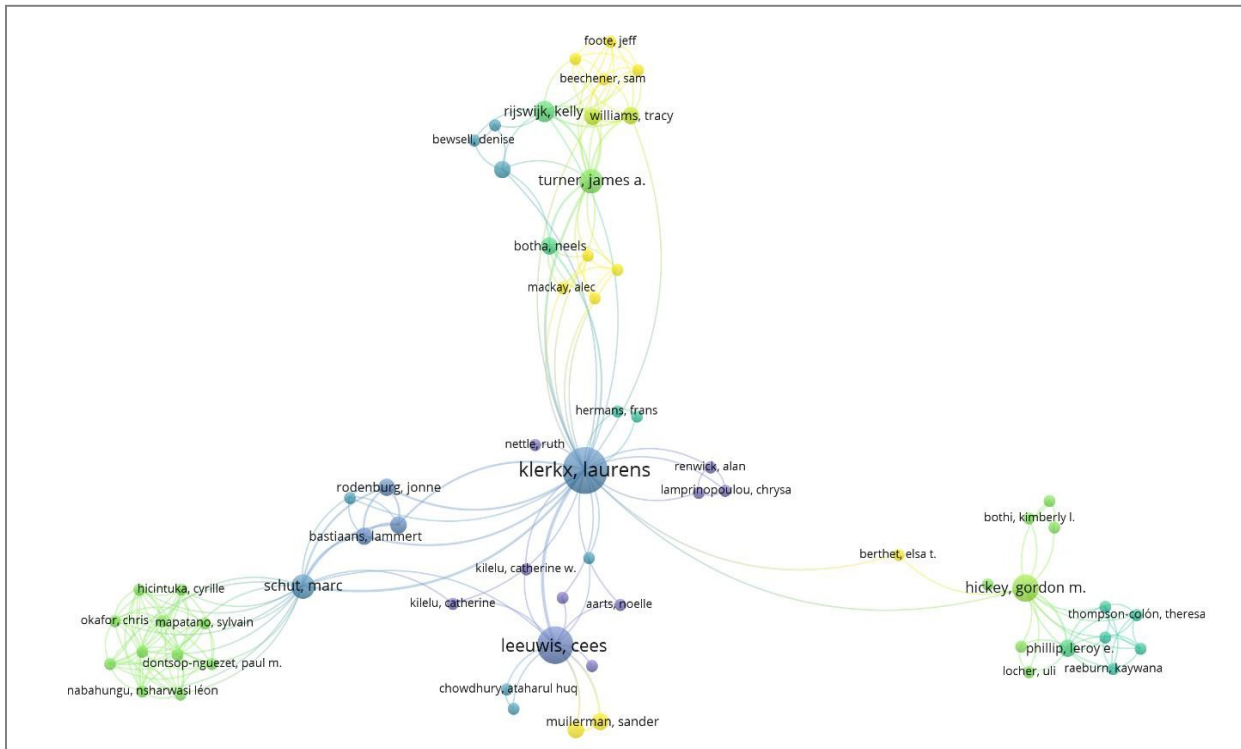
Área Temática	Palabras Clave
and Biological Sciences (54)	Innovation (23), Agricultural Innovation System* (27), Agricultural Research (8), Agricultural Development (7), Agricultural Extension (7), Farming System (7), Innovation Systems (6), Africa (5), Agricultural Policy (5)
Social Sciences (33)	Innovation (14), Agricultural Innovation System*(13), Agricultural Extension (5), Farming System (5), Agricultural Research (4), Agricultural Technology (4), Food Security (4), Agricultural Development (3), Agricultural Production (3).
Environmental Science (19)	Innovation (6), Agricultural Innovation System* (9), Agricultural Policy (3), Africa (2), Agricultural Extension (2), Agriculture (2), Asia (2), Climate Change (2), Food Security (2).
Business, Management and Accounting (9)	Agriculture (3), Innovation Systems (2), Sustainable Development (2), Adaptation (1), Agri-food System (1), Agri-innovation System (1), Agricultural Innovation (1), Agricultural Innovation Systems (1), Agricultural Institutions (1), Agricultural Policy (1).
conomics, Econometrics and Finance (9)	Adaptation (2), Agricultural Innovation System (2), Climate Change (2), Innovation (2), Innovation Systems (2), Adaptation Measures (1), Africa (1), Agri-environmental Policy (1), Agri-environmental Scheme (1), Agricultural Extension (1).

Se observa la participación de la palabra innovación en todas las áreas, es de resaltar que el concepto de “Extensión agrícola” se encuentra con una participación recurrente en cada una de las áreas de investigación a excepción del área de Negocios, Administración y Contabilidad, por lo tanto, se puede interpretar que la extensión agrícola es una parte fundamental en el panorama de investigación.

3.3. Análisis de Coautoría

La figura 6 muestra el conjunto de 9 clúster, 64 autores y 208 vínculos de la red de investigación extensión agrícola. Se identifica que, en el transcurso del tiempo, los autores pioneros son Klerkxs, Leeuwis y Schut, los autores emergentes son foote, beechener, mackay, berthet.

Figura 6. Mapa Evolución de la de Coautoría en el tiempo.



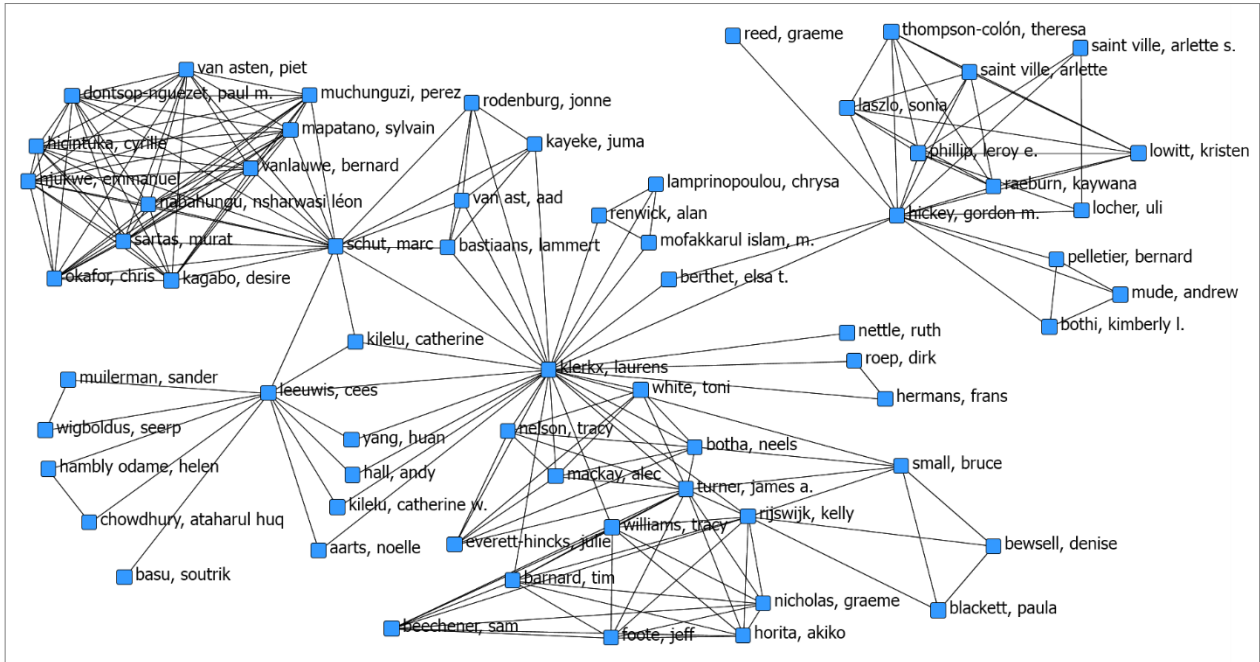
El nivel de densidad (0.118) dentro de la red social de la figura 7, se puede identificar como bajo. Con el fin de caracterizar los niveles de colaboración dentro de la red de coautoría de la figura 7, se estima el grado promedio. El grado es una estimación del número de lazos directos de un nodo dentro de una red. El valor del grado promedio de la red (7.406), muestra un bajo nivel de relacionamiento directo, pues de los 63 lazos posibles de cada autor, solo se identifican en promedio siete (tabla 9), el cual es coincidente con el indicador de densidad (proporción de enlaces).

Tabla 9. Medidas de Red y sus respectivos valores por medio del análisis de cohesión de UCINET.

Medida de red	Valor
Densidad	0,118
Grado promedio	7,406

Con el fin de caracterizar el potencial de intermediación de los autores de la figura 7, se calculan los indicadores de interrelación y grado.

Figura 7. red de coautoría entre autores de los artículos de la muestra



Tomando como base el número de lazos directos de un nodo (grado), los autores con mayor influencia dentro de la red de coautoría son: klerkx (0.130), schut (0.073) y leeuwies (0.057). El indicador de interrelación toma en cuenta, que tan bien conectados se encuentran los nodos vinculados a un autor en particular. En ese orden de ideas, se identifica que los autores que se encuentran mejor conectados, tomando como base la “interrelación” son: klerkx (74.82), Hickey (33.385) y Schut (30.005) (tabla 10). Este conjunto de autores, son menos dependientes de los demás del conjunto y tienen el potencial de intermediar entre los intereses de investigación como extensión (Schut) y políticas agrícolas (Hickey).

Tabla 10. Indicadores de Interrelación y grado.

Autor	Interrelación	Autor	Grado
Klerkx, Laurens	74.682	Klerkx, Laurens	0.130
Hickey, Gordon M.	33.385	Schut, Marc	0.073
Schut, Marc	30.005	Leeuwis, Cees	0.057

3.4. Análisis general

El análisis correspondiente a perfil de autores coincide con las gráficas de coautoría donde se demuestran que los autores principales son Klerkx, Leuwis ambos análisis son complementarios para comprobar si las hipótesis de nivel de trabajo y colaboración de autores se confirman, por otro lado, los perfiles de palabras clave presentan las palabras clave más utilizadas que también se comprueban en el mapa de co-ocurrencia de palabras donde se puede observar la fuerza de cada una de las palabras clave, se aprecia que las palabras más centralizadas coinciden con las palabras más utilizadas analizadas en los perfiles. Finalmente

podemos concluir que la generación de mapas tanto de estructura semántica como de coautoría son confiables para comprobar si los resultados de las tablas realizadas con información de una determinada base de datos para conformar los perfiles por categorías son seguros para realizar una acertada metodología de investigación cualitativa.

4. Conclusiones

Se identifica un aumento de la actividad de investigación en el campo, centrado en los Sistemas de Innovación Agrícola, los vínculos y las redes de innovación. Esto indica que el relacionamiento entre los diferentes actores como intermediarios, agricultores, investigadores e instituciones, son de vital importancia para la eficiencia en los SIA, así como el engranaje de principales campos de estudio como la extensión agrícola, la seguridad alimentaria, políticas agrícolas y la innovación.

La investigación en extensión agrícola ha evolucionado desde un enfoque en instituciones, desarrollo, disciplinas, experimentos, hacia temas centrados en las redes dentro de los SIA y los servicios de Extensión. Estos conceptos resaltan debido a su centralidad, puesto que comparten una alta cantidad de conexiones con otros temas de investigación que están emergiendo como: medios de pago, concentración en el agricultor, entretenimiento educativo y la bioeconomía.

Realizar un perfil de investigación detallado y minucioso con análisis cruzados y mapas de redes resulta útil para diagnosticar el estado de una situación específica, en este caso para la investigación en Colombia relacionada con los SIA, se obtiene por medio de este análisis que a la fecha no hay registros del tema dentro de la base de datos SCOPUS con la ecuación de búsqueda planteada.

El origen geográfico de los artículos se centra en Europa y América del norte sin evidencias de participación de países latinoamericanos, incluido Colombia. Este es un indicador de oportunidad debido a la naturaleza emergente del tema y por el interés del gobierno colombiano evidenciado en la Ley 1876 de 2017. De manera adicional, representa un área de interés para futuras investigaciones, puesto que, para el caso de Colombia, un país con un alto potencial agrícola que se encuentra en proceso de implementación de proyectos de posconflicto, el campo agropecuario es una oportunidad de desarrollo de alto impacto social.

Los autores de mayor productividad e influencia son Laurens Klerkx y Leeuwis Cees. Sin embargo, se identifica que estos no se encuentran interrelacionados, sino que lideran enfoques de investigación coordinados por los autores Schut, Turner y Hickey los cuales están vinculados por medio del autor Lauren Klerkxs.

Las Instituciones más influyentes en el área de extensión agrícola son Instituto de Investigación Wageningen University and Research Centre (WUR) (Holanda), AgResearch N. Z (Nueva Zelanda) y McGill University localizados en países bajos, Nueva Zelanda y Canadá. muestran que mantienen un nivel de relación lineal con los autores puesto que los autores Klerkx y Leewis son investigadores de WUR, el investigador Hickey está vinculado a la Universidad McGill.

La principal limitación del estudio fue la falta de antecedentes y referentes de estudios en Colombia. Se recomienda para futuras investigaciones, identificar variables críticas para el desempeño de las instituciones de extensión agrícola, así como las estrategias para que las universidades, puedan desempeñar este rol de forma eficiente.

5. Referencias

- Adebowale, B. O. A. (2017). Innovation policies and sector development in Nigeria's oil palm industry: Lessons from Malaysia. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 14(2), 135–153. <https://doi.org/10.1504/IJLIC.2017.084068>
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>
- Agwu, A. E., Dimelu, M. U., Madukwe, & M. C. (2008). Innovation system approach to agricultural development: Policy implications for agricultural extension delivery in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7(11), 1604–1611. <https://doi.org/10.5897/AJB08.289>
- Asres, A., Sölkner, J., Puskur, R., & Wurzinger, M. (2012). Livestock innovation systems and networks: Findings from smallholder dairy farmers in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 24(9), 13.
- Bebbington, A. (1999). Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty. *World Development*, 27(12), 2021–2044. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(99\)00104-7](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00104-7)
- Colciencias, MADR, & Corpoica. (2017). Plan Estratégico de Ciencias, Tecnología e Innovación del sector agropecuario Colombiano (2017 - 2027). *Pectia*, 161.
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). El Campo Colombiano: Un Camino Hacia El Bienestar Y La Paz, 57.
- Eck, N. J. Van, & Waltman, L. (2013). VOSviewer Manual. 1 January 2013, (January), 1–28. <https://doi.org/10.3402/jac.v8.30072>
- Gmür, M. (2003). Co-citation analysis and the search for invisible colleges: A methodological evaluation. *Scientometrics*, 57(1), 27–57. <https://doi.org/10.1023/A:1023619503005>
- Hamed, A., Saleh, H., & Alabri, S. (2013). USING NVIVO FOR DATA ANALYSIS IN QUALITATIVE RESEARCH. *International Interdisciplinary Journal of Education* (Vol. 2). Retrieved from http://www.ijoe.org/v2/IJEOE_06_02_02_2013.pdf
- Hellin, J. (2012). Agricultural Extension, Collective Action and Innovation Systems: Lessons on Network Brokering from Peru and Mexico. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(2), 141–159. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.655967>
- Holzmann, T., Sailer, K., & Katzy, B. R. (2014). Matchmaking as multi-sided market for open innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 26(6), 601–615. <https://doi.org/10.1080/09537325.2014.913786>
- Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrobiodiversity. *Agricultural Systems*, 109, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.011>
- Lamprinopoulou, C., Renwick, A., Klerkx, L., Hermans, F., & Roep, D. (2014). Application of an integrated systemic framework for analysing agricultural innovation systems and informing innovation policies: Comparing the Dutch and Scottish agrifood sectors. *Agricultural Systems*, 129, 40–54. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.001>
- Leeuwis, C. (2004). Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension. *Blackwell Science, Oxford*. <https://doi.org/10.2460/ajvr.75.4.317>
- Liu, Z., Yin, Y., Liu, W., & Dunford, M. (2015). Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 103(1), 135–158. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1517-y>
- Lowitt, K., Hickey, G. M., Saint Ville, A., Raeburn, K., Thompson-Colón, T., Laszlo, S., & Phillip, L. E. (2015). Factors affecting the innovation potential of smallholder farmers in the Caribbean Community. *Regional Environmental Change*, 15(7), 1367–1377. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0805-2>
- M.J. Cobo, A.G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, and F. H. (2011). Science Mapping Software Tools: Review, Analysis, and Cooperative Study Among Tools. *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 62(7), 1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Martinez, H., Jaime, A., & Camacho, J. (2012). Relative absorptive capacity: A research profiling.

- Scientometrics*, 92(3), 657–674. <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0652-6>
- Milena, K. C., Patrice, A., Lilly-Rose, L., Dominique, L., Le Masson, P., & Benoît, W. (2017). Designing the missing link between science and industry: Organizing partnership based on dual generativity. In K. H., F. G., S. S., V. der L. M., S. F., O. J., ... K. M. (Eds.), *21st International Conference on Engineering Design, ICED 2017* (Vol. 4, pp. 307–316). SNCF, Innovation and Research, France: Design Society.
- Miller, D., & Le Breton-Miller, I. (2006). Family governance and firm performance: Agency, stewardship, and capabilities. *Family Business Review*, 19(1), 73–87. <https://doi.org/10.1111/j.1741-6248.2006.00063.x>
- OCDE. (2015). Revisión de la OCDE de las políticas Agrícolas: Colombia 2015. *Revisiones Sobre Políticas Agrícolas*, 27.
- Porter, A. L., Kongthon, A., & Lu, J.-C. (2002). (2002). Research profiling: improving the literature review. *Scientometrics*, 53(3), 351–370.
- Presidencia. (2017). Sistema nacional de innovacion agropecuaria, (187). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rivera, W. M., & Sulaiman, V. R. (2009). Extension: Object of reform, engine for innovation. *Outlook on Agriculture*, 38(3), 267–273. <https://doi.org/10.5367/000000009789396810>
- Saint Ville, A S, Hickey, G. M., Locher, U., & Phillip, L. E. (2016). Exploring the role of social capital in influencing knowledge flows and innovation in smallholder farming communities in the Caribbean. *Food Security*, 8(3), 535–549. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0581-y>
- Saint Ville, A S, Hickey, G. M., & Phillip, L. E. (2015). Addressing food and nutrition insecurity in the Caribbean through domestic smallholder farming system innovation. *Regional Environmental Change*, 15(7), 1325–1339. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0770-9>
- Saint Ville, Arlette S., Hickey, G. M., & Phillip, L. E. (2017). How do stakeholder interactions influence national food security policy in the Caribbean? The case of Saint Lucia. *Food Policy*, 68, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.01.002>
- Schut, M., Rodenburg, J., Klerkx, L., van Ast, A., & Bastiaans, L. (2014). Systems approaches to innovation in crop protection. A systematic literature review. *Crop Protection*, 56, 98–108. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.11.017>
- Schut, M., van Asten, P., Okafor, C., Hicintuka, C., Mapatano, S., Nabahungu, N. L., ... Vanlauwe, B. (2016). Sustainable intensification of agricultural systems in the Central African Highlands: The need for institutional innovation. *Agricultural Systems*, 145, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.03.005>
- Ton, G., Klerkx, L., de Grip, K., & Rau, M. L. (2015). Innovation grants to smallholder farmers: Revisiting the key assumptions in the impact pathways. *Food Policy*, 51, 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.11.002>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009->

Research infrastructures in developing countries: The Brazilian case

Thiago Caliari

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Gestão e Apoio à Decisão, Brasil
caliari@ita.br

Márcia Siqueira Rapini

Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Ciências Econômicas, Brasil
msrapini@cedeplar.ufmg.br

Tulio Chiarini

Instituto Nacional de Tecnologia, Divisão de Estratégia, Brasil
tulio.chiarini@int.gov.br

Abstract

High quality research infrastructure is required to conduct S&T activities which may help to address national challenges and contribute to innovation processes. Given this, an exhaustive survey conducted by the Brazilian Institute of Applied Economic Research (*Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada* – IPEA) was undertaken to diagnose the current research infrastructure situation in Brazil. Using this data, the present paper provides information that allows us to yield new insights based on the peculiarities of the research infrastructure in Brazil, complementing the studies already present in the literature. We propose, therefore, econometric models – Logit and Probit – to “measure” the relative modernity of the research infrastructure in the country. We test the impact of variables frequently present in innovation studies – lab size, S&T production scale and scope, longevity and interactions with other labs and firms. We found that scaling up, modernizing and interacting with other agents of the Innovation System increase the chances of a research infrastructure to be considered “advanced”.

Key-words

Research infrastructure, innovation system, S&T public policy, Brazil

1. Introduction

Influenced by the primary studies done by F. Listⁱ and J. Schumpeterⁱⁱ, C. Freeman and his colleagues (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Kim, 1997; Freeman, 2004; Lee, 2019) have been suggesting for the past decades that public investments in science and technology (S&T) are crucial for successful economic development. Therefore, high quality research infrastructure is required to conduct S&T activities which may help to address national challenges and contribute to innovation processes.

Within the National Systems of Innovation (NSI) framework, research infrastructures are crucial *loci* for S&T advances and policy makers have been influenced by this perspective. Therefore, national efforts have been undertaken to map the country’s research infrastructures such as the case of the Survey of Science and Engineering Research Facilities, conducted biennially by the U.S. National Science Foundation to collect data on the amount, construction,

repair, renovation, and funding of the American research infrastructure. Other national reports have also given attention to the research infrastructure; for example, Australia (Strategic Roadmap for Australian Research Infrastructure), Germany (Helmholtz-Roadmap for Research Infrastructures) and Finland (Finnish Research Infrastructure Survey and Roadmap).

If there are many fruitful surveys and reports on the research infrastructures of developed countries, the same cannot be said about developing countries. Even though many developing countries have their research infrastructures established, there are little national efforts to evaluate them continuously. In China, for instance, a research devoted to make a systematic evaluation of the scientific effects of its research infrastructure showed that they are relevant to the acquisition of new knowledge, and contribute to the proliferation of competitive scientific organizations and scientific talents (Qiao *et al.*, 2016).

In what regards, Brazil, which is recognized for having a non despicable scientific community and considered as an emerging power in researchⁱⁱⁱ, just very recently an exhaustive survey was undertaken to diagnose the current research infrastructure situation in the country. The survey was conducted by the Brazilian Institute of Applied Economic Research (*Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA*) and the data collected allows *n* possible analysis. De Negri and Squeff (2016) organized the studied which were published in 2016 and they make a comprehensive view of the features of the Brazilian research infrastructure. As a consequence we can recognize there are many contrasting labs in operation simultaneously and their size, S&T production scale and scope, longevity and interactions with other labs and firms are just some possible distinguishing characteristics we can list to perceive the existence of a research infrastructure constellation in the country.

In line with the studies organized by De Negri and Squeff (2016) and using the same database, our main objective is to provide information that allow us to yield new insights based on the peculiarities of the research infrastructure in Brazil, complementing the studies already present in the literature. We propose, therefore, econometric models – Logit and Probit – to ‘measure’ the relative modernity of the research infrastructure in the country. We test the impact of variables frequently present in innovation studies – lab size, S&T production scale and scope, longevity and interactions with other labs and firms.

The paper is organized as follows. In section 2, we make a concise introduction of research infrastructures and innovation in different types of NSIs. In section 3, we make a brief review of the research infrastructure in Brazil. We present the database and the econometric models in section 4. After we make a discussion the results found and finally we conclude the paper with some final remarks and policy recommendations.

2. The role of science and research infrastructures to innovation in developing countries

The concept of National Systems of Innovation (NSI) developed by some scholars (Nelson, 1993; Lundvall, 1992; Freeman, 1992) explicitly states that a firm’s innovative processes result from knowledge development which is a collective action and take place both within and outside the firm. Therefore, institutional structures to support the development of technological activities are fundamental in order to consolidate a NSI.

A growing number of studies have focused on the application of the NSI framework for development issues in less developed countries (Lundvall *et al.*, 2009). These studies point the importance to “understand learning and innovation efforts in all kinds of organizations, even those far behind the technological frontier” (Cassiolato & Soares, 2015,

p. 20) Moreover, the relevant knowledge could not be directly related to formal education and/or S&T systems.

There is an extensive literature that describes the roles of science to technological progress and innovation (Pavitt, 1991; Brooks, 1994; Salter & Martin, 2001) and we can summarize them as follows:

- a) science is a source of new technological ideas, it enhances the knowledge stock;
- b) science is a source of new research instruments and methodologies;
- c) science could solve technological and innovative problems;
- d) science is a source of qualified personnel;
- e) science is the source of spin-offs and startups firms, for some specific scientific areas.

In developing countries science could have different roles as they face negative characteristics such as social problems and low levels of private R&D activities, some have existing scientific infrastructures – but with few areas reaching international levels, poor articulation and interaction among actors and low absorptive capacity. For those countries, science and research infrastructures may contribute significantly to the country's economic development and growth through technological and innovative efforts (Bernardes & Albuquerque, 2003; Ribeiro *et al.*, 2010). An effective research infrastructure in a developing country can produce scientific results able to play a sort of “antenna role” or a sort of “focusing device” – i.e., “an instrument to focus the direction of technological progress” (Rosenberg, 1976). In this regard, the existence of a research infrastructure signals the viable scientific and technological areas of relative success, given the domestic features and the international conjuncture. Besides, as pointed out by Foray (2010), the creation of capabilities in scientific research are frequently correlated to government action in less developed countries (LDC), since “neither multinational corporations’ affiliates nor local firms have the incentives and/or capabilities to do this” (Foray, 2010, p. 102).

A second contribution of science and research infrastructures is the support of industrial development. Unlike their role played in developed countries as a source of “technological opportunities” (Klevorick *et al.*, 1995) in a developing country, they contribute to identifying existing international opportunities. Among them, they could indicate the possibilities of entry into strategic industries and also could reduce the cost associated with it (Perez & Soete, 1988).

A third contribution lies in the advances in S&T towards health systems and, consequently, towards social development and economic growth (Acharya, 2007). A substantial and dynamic research infrastructure is necessary to solve national health issues. The fourth is linked to the progress in agriculture as technology should be suited to countries own environmental conditions (Mazzoleni & Nelson, 2005). The fifth contribution of science and research infrastructures is the need to adapt the technologies from developed countries to local needs (Kim, 1997; Mazzoleni & Nelson, 2005) as a lot of knowledge is necessary to select, buy, transform and use technology (Cassiolato & Soares, 2015).

3. Research infrastructures in Brazil: a brief review

Even if some public universities and research institutes were founded in the 1920s and 1930s, the Brazilian university system is relatively recent and it has been in existence

for less than a century (Mello *et al.*, 2009; Maculan & Mello, 2009). Compared to other Latin American countries, Brazil started relatively late on establishing universities (Suzigan & Albuquerque, 2011). While in some Latin American countries the first universities were established in the 16th century (as in Mexico and Peru) or in the 17th century (as in Bolivia), in Brazil colleges of medicine, law or engineering emerged only in the first half of the 19th century (Mello *et al.*, 2009) and the first university was established solely in 1920, in Rio de Janeiro, by the Federal Government. In 1934 the state of São Paulo created its own university (Maculan; Mello, 2009), namely São Paulo University (USP), which was Brazil's first fully-fledged university (Schwartzman, 1991).

Notwithstanding that, we can assure that the Brazilian research infrastructure was established by the 1950s with the intensification of the establishment of a great deal of public research institutes (such as the Brazilian Center for Research in Physics^{iv} and the National Nuclear Energy Commission^v) and other public universities throughout the country (Schwartzman, 1991). The period also witnessed the creation of agencies to foster the scientific research as the National Council for Scientific and Technological Development^{vi} and the Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel^{vii} to build human resources' capabilities in research and to finance scientific research projects. On the same track, the Finance Agency for Studies and Projects^{viii} was designed to finance S&T and innovation in firms, universities and research institutes. (Suzigan; Albuquerque, 2011). Together with the Foundations for Supporting Research^{ix}, they form today the core of S&T public funding agencies in the country, with 29 institutions (Table 1).

Table 1. Number of universities, public research institutes and S&T public funding agencies

Institution nature	Number
Universities¹	197
Federally funded	63
State funded	39
Municipal funded	6
Private funded	89
Research Institutes²	83
Public funded	64
Private funded	19
S&T Public funding agencies	29
Federally funded (Capes, CNPq and FINEP)	3
State funded (FAPEs) ³	26

Source: Authors' own elaboration, data sourced from (¹) *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)* for 2016, (²) *Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI)* and (³) *Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP)*.

We can currently identify in Brazil 197 universities of which 55% are public institutions (Table 1). According to many studies, most of the scientific activities in the country presently are carried out by federally and state funded universities (Albuquerque *et al.*, 2002; Chiarini *et al.*, 2013). Public research institutes also play a crucial role in the production of science in the country (Chiarini *et al.*, 2013), and there are 64 of them spread throughout Brazil today. They are mainly financed by federal funds and most of them are directly linked to the Ministry of Health, Ministry of Science, Technology, Innovations and Communications and Ministry of Defense.

The establishment of the Brazilian research infrastructure was strongly influenced by the linear model of innovation (Guimarães, 2002) which, until very recently, inspired the scientific development presented in the National Plans. In 2000's, for instance, the former Brazilian Ministry of Science and Technology^x set up a national policy based on the Sector-Specific Funds and the parliament promulgated the so-called "Innovation Law" in order to stimulate technological innovations by modernizing the regulatory environment, providing training focused on innovative activities and viewing the formulation of a S&T policy as a development strategy. Among the many sectorial funds managed by the Finance Agency for Studies and Projects, the Infrastructure Fund (CT-Infra) was designed to enable the modernization and expansion of research infrastructure in public research institutes and universities, by installing new plants and renovating labs. From 2001 (when the law was approved) to 2010, CT-Infra enabled the investment of more than USD 400 million in implementing and updating the research infrastructures in public institutions, what probably helped the Brazilian performance in producing internationally relevant scientific results (De Negri *et al.*, 2013). In fact, the number of scientific and technical papers has increased from 16.7 thousand in 2003 to 53.6 thousand in 2016^{xi}.

4. Methodology

4.1. Database

The database used in this paper was firstly presented by De Negri and Squeff (2016). Their study, regarding the Brazilian research infrastructure, was pioneered in the country and it was inspired by researches done for relatively more mature NSIs. The questionnaire designed by De Negri and Squeff (2016) had the following objectives:

- a) Evaluate the conditions of research infrastructures in Brazil, in order to identify main bottlenecks and lacks of investment;
- b) Provide detailed information for policy makers, guiding public investments;
- c) Provide empirical elements for evaluating and monitoring public policies aimed at expand research infrastructures;
- d) Provide information for scientific communities and profit firms in order to enable university-firm relations;
- e) Provide a relevant instrument for the research institutions themselves;
- f) Provide a dynamic database that allows systematic monitoring as well as reports about the evolution of the Brazilian research infrastructure.

Considering the relevant specificities of the study, the population of interest was defined as 'research infrastructures' based in Brazil, located in universities and/or research institutions (public and private ones), belonging to different knowledge fields (agricultural sciences, biologic sciences, earth and exact sciences, health sciences and engineering). Moreover, research infrastructures included laboratories; research ship or floating laboratories; and plants or pilot plants^{xii}.

After several methodological procedures^{xiii} to find those infrastructures countrywide, the researchers were able to identify 4,857 infrastructures located in 185 universities and research institutes. All of them received the invitation to answer the questionnaire proposed by De Negri and Squeff (2016), however, some institutions did not respond to the questions regarding the number of labs, so database does not represent the totality of research

infrastructure in Brazil^{xiv}.

Despite that, the response rate achieved is quite high: 36% of the research infrastructures in 70% of the institutions answered the questionnaire. Research infrastructure type and knowledge field of each one are presented in Table 2.

The research infrastructures in Brazil are predominantly laboratories (98.8%) as presented in Table 2, mainly focused in engineering (31.6%), earth and exact sciences (26.2%) and biologic sciences (22.1%). Moreover, 66.6% of research infrastructures are concentrated in only 16 universities/research institutes. We can highlight the Brazilian Agricultural Research Corporation^{xv} (16.9%), University of São Paulo – USP (9.9%), Federal University of Rio de Janeiro – UFRJ (6.9%), State University of Campinas – Unicamp (5.4%), Brasilia University – UnB (4.8%), and institutions of the Brazilian Air Force^{xvi} (6.8%).

Table 2. Number of respondents according to research infrastructure type and knowledge field

Research infrastructure type	Number	%
Laboratory	1,694	98.8
Research ship or floating laboratory	1	0.1
Plant or pilot plant	20	1.1
Knowledge field	Number*	%
Agricultural sciences	277	13.3
Biologic sciences	459	22.1
Earth and exact sciences	545	26.2
Health sciences	143	6.9
Engineering	658	31.6

Source: Authors' own elaboration. Note: (*) The sum of knowledge field is superior than 1,715 once it was allowed to research leaders to select one or more in the questionnaire.

In the structured questionnaire prepared for the research, De Negri and Squeff (2016) asked the research leaders their perception of the relative maturity of their research infrastructures. The answers were classified as follows:

- 1) Advanced and compatible with the best research infrastructures worldwide;
- 2) Advanced for Brazilian standards, however not compatible with the best research infrastructures worldwide;
- 3) Adequate and compatible with other domestic research infrastructures;
- 4) Insufficient in relation to other research infrastructures in Brazil;
- 5) Not able to evaluate.

For statistical purposes and simplicity, we used a more synthetic procedure, establishing only three possible classifications:

- a) Advanced research infrastructure: infrastructures classified as 1 and 2;
- b) Sufficient research infrastructure: infrastructures classified as 3;
- c) Insufficient research infrastructure: infrastructures classified as 4.

The final database (after treatments for inconsistencies) is composed of 1,715 research infrastructures, distributed as follows: advanced research infrastructure (622), sufficient research infrastructure (722) and insufficient research infrastructure (371).

4.2. The econometric models

We compare the categories presented in the previous sections separately, in order to

generate two econometric models in which the dependent variable is a binary answer (0 or 1), as presented in Table 3.

Table 3. Econometric models proposed

Econometric Models	Categories	Binary answer
Model 1	Insufficient research infrastructure	0
	Advanced research infrastructure	1
Model 2	Insufficient research infrastructure	0
	Sufficient research infrastructure	1

Source: Authors' own elaboration.

Table 4. Explanatory variables

Explanatory Variables	Description	Theoretical intent
Monetary value attributed ^{xvii}	It is considered four categories: a) up to US\$ 230.000 (base category); b) from US\$ 231.000 to US\$ 462.000; c) from US\$ 463.000 to US\$ 4,63 million; d) above US\$ 4,63 million.	Economies of scale
Multidisciplinarity	Dummy variable: a) multidisciplinary scientific infrastructures (1); b) otherwise (0).	Economies of scope
Modernization period	Variable that indicates when the last modernization was carried out in the scientific infrastructure. Categories are: a) up to 1 year (base category); b) from 1 to 5 years; c) from 5 to 10 years; d) from 10 to 15 years; e) there was none.	Technological vanguard
Operation time (lifespan)	Infrastructures' operation period.	Importance of the longevity of the research (proxy for research maturity)
Cooperation with Brazilian Research institutions	Importance attributed (low, medium or high importance) for the cooperation with other Brazilian research institutions. The base category is 'low importance'.	Interaction with S&T peers
Cooperation with foreign research institutions	Importance attributed (low, medium or high importance) for the cooperation with foreign research institutions. The base category is 'low importance'.	
Cooperation with domestic firms	Importance attributed (low, medium or high importance) for the cooperation with domestic firms. The base category is 'low importance'.	University-industry interactions
Cooperation with foreign firms	Importance attributed (low, medium or high importance) for the cooperation with foreign industrial firms. The base category is 'low importance'.	
Geographic Regions	Dummy variable for Brazilian regions (Southeast, South, Northeast, North and Midwest). The base category is 'Southeast region'.	Control group
Science Index	Factor Analysis for the number of research articles, book chapters and published books by researchers.	Scientific results' importance
Technology Index	Factor Analysis for the number of patent applications (national and international).	Technological results' importance

Source: Authors' own elaboration.

The control group is the “insufficient research infrastructure” category (dummy = 0). We use Logit and Probit econometric techniques to generate results for both models. We also perform Shapiro-Wilk and Shapiro-Francia Normality tests on the dependent variable.

This procedure specifies that such variables follow a normal distribution, which indicates the use of a Probit model. Despite that, many researchers opt to use a Logit model since the interpretation of the coefficients is easier. In addition, by the Central Limit Theorem, the logistic distribution approaches the normal distribution. Therefore, to avoid any criticism, we opt to use both techniques. Algebraic specifications follow Wooldridge (2002). The considered explanatory variables are as specified in Table 4. We present in Table 5 and Table 6 descriptive statistics about all variables used in the econometric models.

Table 5. Descriptive statistics – dummy variables

Variables	Number	Percentage
Research infrastructure		
Advanced	622	36.3%
Sufficient	722	42.1%
Insufficient	371	21.6%
Monetary value attributed		
up to USD 230.000	1,023	59.7%
from USD 231.000 to USD 462.000	294	17.2%
from USD 463.000 to USD 4,63 million	344	20.1%
above USD 4,63 million	53	3.1%
Multidisciplinarity	285	16.6%
Modernization period		
up to 1 year	560	32.7%
from 1 to 5 years	673	39.2%
from 5 to 10 years	190	11.1%
from 10 to 15 years	106	6.2%
there was none	186	10.8%
Cooperation with domestic research institutions		
Low importance attribution	444	25.9%
Medium importance attribution	523	30.5%
High importance attribution	748	43.6%
Cooperation with foreign research institutions		
Low importance attribution	964	56.2%
Medium importance attribution	335	19.5%
High importance attribution	416	24.3%
Cooperation with domestic firms		
Low importance attribution	1,055	61.5%
Medium importance attribution	309	18.0%
High importance attribution	351	20.5%
Cooperation with foreign firms		
Low importance attribution	1,589	92.7%
Medium importance attribution	76	4.4%
High importance attribution	50	2.9%
Geographic regions		
Southeast	977	57.0%
South	411	24.0%
Northeast	164	9.6%
North	52	3.0%
Midwest	111	6.5%

Source: Authors' own elaboration.

Some initial observations may be extracted from the information presented in the previous Tables. A large number of research infrastructures are classified as “advanced” or “sufficient” and have been recently modernized (up to 5 years). However, they have limited scale and limited multidisciplinary use. They are mainly located in the Southeast and South regions of the country, confirming other studies that show the regional concentration of

science production in Brazil (Chiarini *et al.*, 2013).

Furthermore, research infrastructures are more able to establish cooperation with domestic peers than with foreign ones, showing that Brazilian research infrastructures are not yet internationalized. In addition, we can notice that cooperation with (domestic or foreign) firms is not seen as of high-importance, corroborating the current literature on the topic (Silva Neto *et al.*, 2013). The observation of S&T indexes, presented in Table 6, corroborate the previous finding, since the average value for “science” is higher than for “technology”.

Table 6. Descriptive statistics – continuous and discrete variables

Variables	Number	Average	S-D	Lower limit	Upper limit
Operation time (lifespan)	1,715	14.65	12.79	0	104
Science Index	1,715	0.0051	0.98	-0.60	14.33
Technology Index	1,715	0.0036	0.80	-0.19	18.56

Source: Authors’ own elaboration.

5. Results and Discussions

We present in Table 7 (in the next page) results from our econometric models. We opt in presenting also odds-ratio from the Logit model since it is of practical understanding. Research leaders’ perception on research infrastructure’s relative technical capacity is considered as a proxy for scientific capability. For this, we consider two axioms: first, no one has more information about research infrastructures than the research leaders; second, research leaders have complete information about their knowledge field, therefore they are able to compare their reality with all existing research labs in the world.

Models are adjusted rapidly by the likelihood method (five interactions), and chi-square value presents statistical significance for both regressions. Still, results achieved by both Logit and Probit methods were congruent (both for significance and coefficients’ signs).

5.1. Economies of scale and scope

Economies of scale and scope are documented in the literature as important features of industrial capitalism (Chandler, 1994), being the cost-diminishing by increase of production (scale) or by producing goods with complementary productive process (scope). Alternatively, one may highlight the inverse of cost (productivity) as the focus of analysis from scale and scope economies; in this view, a firm may produce more increasing its factory size as well as increasing the number of complementarity products produced at same factory.

Some studies consider these features in measuring scale and scope at research (Vonortas *et al.*, 2011; Vonortas, 2009), educational (Johnes & Johnes, 2016; Koshal & Koshal, 1999; Olivares & Wetzel, 2011), and scientific levels (Cohen, 1981; 1991; Cockburn & Henderson, 2001; Hernandez-Villafuerte *et al.*, 2017, Kannebley *et al.*, 2018). Results are not conclusive and points out to a mix of distinct results. Some point to linear positive economies of scale (Cohen, 1981; Cockburn & Henderson, 2001) and/or economies

of scope (Kannebley *et al.*, 2018), while others present this positivity until some specific size. An inverse U-shaped relation may be seen in the results presented by Vonortas *et al.* (2011) and some empirical studies demonstrated by Hernandez-Villafuerte *et al.* (2017) for funded biomedical and health research, or a well-marked maxima of publication rates (Qurashi, 1984), which may point the risks of both “too large” and “too small” research projects. Some studies show that large-scale research infrastructures are more able to involve many scientists and technicians increasing the possibilities of cooperation (Lozano *et al.*, 2013; Del Bo *et al.*, 2016; D’Ippolito & Ruling, 2019), generating economic spillovers, particularly through learning (Foray, 2004). Despite the inconclusiveness of the topic, public policies have been created to strengthen research infrastructures and incentivize their growth (EC, 2010; OECD, 2010).

Table 7. Econometric models

Variables	Model 1 Comparison with advanced research infrastructures			Model 2 Comparison with sufficient research infrastructures		
	Logit	Odds- Ratio Logit	Probit	Logit	Odds- Ratio Logit	Probit
Monetary value attributed to the infrastructure						
from USD 231.000 to USD 462.000	1.27*	3.56*	0.72*	0.67*	1.95*	0.40*
from USD 463.000 to USD 4,63 million	2.44*	11.51*	1.38*	1.10*	3.00*	0.64*
above USD 4,63 million	empty	empty	empty	empty	Empty	empty
Multidisciplinarity	0.40**	1.50**	0.21***	0.02	1.02	0.00
Modernization period						
from 1 to 5 years	-0.19	0.83	-0.13	-0.16	0.85	-0.10
from 5 to 10 years	-1.05*	0.35*	-0.63*	-0.79*	0.45*	-0.48
from 10 to 15 years	-1.90*	0.15*	-1.11*	-1.25*	0.29*	-0.77*
there was none	-1.92*	0.15*	-1.12*	-1.30*	0.27*	-0.80*
Operation time (lifespan)	0.02*	1.02*	0.01**	0.02**	1.02**	0.01*
Cooperation with domestic research institutions						
Medium importance attribution	0.69*	1.99*	0.40*	0.192	1.211	0.118
High importance attribution	0.80*	2.23*	0.47*	0.114	1.121	0.075
Cooperation with foreign research institutions						
Medium importance attribution	0.84*	2.31*	0.49*	0.285	1.330	0.167
High importance attribution	1.35*	3.85*	0.76*	-0.227	0.796	-0.135
Cooperation with domestic firms						
Medium importance attribution	0.59*	1.81*	0.33**	0.35***	1.41***	0.21***
High importance attribution	0.87*	2.39*	0.49*	0.40***	1.48***	0.23***
Cooperation with foreign firms						
Medium importance attribution	0.43	1.63	0.20	0.25	1.28	0.12
High importance attribution	0.11	1.12	0.08	-0.32	0.73	-0.17
Geographic regions						
South	-1.16*	0.31*	-0.67*	-0.49*	0.61*	-0.29*
Northeast	-0.82*	0.44*	-0.46*	-0.05	0.945	-0.01
North	-1.66*	0.19*	-1.00*	-0.19	0.83	-0.12
Midwest	-1.65*	0.19*	-0.93	-0.25	0.78	-0.14
Science Index	0.17	1.18	0.10	0.21	1.23	0.12
Technology Index	-0.06	0.95	-0.03	-0.18	0.84	-0.10
Constant	-0.75*	0.47*	-0.43*	0.71*	2.03*	0.43*
Observations	1715			1715		
LR (qui-square)	491.17		490.55	140.24		140.94
Prob > qui-square	0.00		0.00	0.00		0.00
Pseudo-R ²	0.387		0.386	0.101		0.101

Source: Authors’ own elaboration. Notes: (*, **, ***): significant at 1%, 5% and 10% respectively. Control Groups: ‘insufficient research infrastructure’; monetary value attributed: ‘up to US\$ 230.000’; modernization period: ‘up to 1 year’; geographic regions: ‘southeast’; cooperation: ‘low importance’.

Given the above, we try to capture the importance of economies of scale for research infrastructures in Brazil. The results we find are slightly different from those already presented in the literature once we do not measure outputs but the relative perception of research leaders when comparing their research infrastructures with others domestically and internationally. In doing so, they consider the relative quality in producing scientific results for a given infrastructure.

Having that in mind, our econometric estimations point out to the importance of scale for research infrastructures in Brazil. First of all, we found there is no singular research infrastructure whose monetary value is above USD 4,63 million classified as “insufficient”; they are either classified as “advanced” (82% of time) or “sufficient” (18% of time).

Research infrastructures whose monetary value attributed is above USD 463 thousand are 11.5 times more likely to be classified as ‘advanced’ than infrastructures below USD 231 thousand. According to research leader’s perception, the relevance of scale is monotone-increasing. When analyzing the sufficient research infrastructures (Model 2, Table 7), coefficients’ signals are the same as Model 1, however with smaller magnitudes. Scale is closely related to quality perception, so the question about the catching up of research infrastructures pass on an improvement on machinery, equipment and physical installations.

In what regards the scope of research infrastructures, the results follow pretty much the same pattern as their scale, however in smaller magnitude and only for advanced research infrastructures. Multidisciplinary research infrastructures have 49,8% more chances to be classified as “advanced” in comparison with “insufficient” ones. The same is not valid for “sufficient” versus “insufficient” comparisons, as can be seen by the presence of coefficients econometrically insignificant.

When putting in parallel research infrastructures’ scale and scope, one can note a greater importance to the first. As a consequence, increments on research infrastructure’s scale are an important improvement observed by research leaders. Therefore, as almost 60% of research infrastructures are monetarily worth less than USD 230 thousand, an improvement on monetary values for scientific breakthrough is raised. Besides, U-shaped relation would not be identified from our database since the percentage of advanced research infrastructure is monotonically increasing for their attributed monetary value (42.1%, 77.8%, 92.5% and 100% respectively). That means that research infrastructures seem to be in the crescent side of the curve.

5.2. Technological progress and research maturity

Scientific developments are frequently supported and increased by technological improvements (Kline; Rosenberg, 1986). Nowadays, with the rapid advancements of science and the fast-technological obsolescence, the importance of research infrastructure modernization is even more urgent. This is well-captured by our econometric models. Coefficients are significant for both models (from five years of modernization on), even with greater magnitude for “advanced versus insufficient” research infrastructure comparison. Two observations are interesting and may be considered for both models regarding technological obsolescence.

First of all, research infrastructures modernized more than ten years before the Survey are classified as bad as infrastructure with no modernization, since coefficients are

statistically the same. In a few words, those research infrastructures are roughly 6.8 times less likely to be “advanced” and roughly 3.8 times less likely to be “sufficient”, as one can expect. Secondly, the Survey respondents consider there is no difference between “up to 1 year” and “from 1 to 5 years” classifications, which indicate a “satisfaction” degree until the upper limit (five years). After that, research infrastructure seems to be impaired.

The previous findings bring out relevant insights for those who subsidize research institutions: constant modifications have to be made in their labs, at least in the medium term, so research infrastructures can sustain their quality standards. Since the majority of scientific infrastructures are maintained by federal government in Brazil (De Negri; Squeff, 2016), the problem is even more pressing with economic authority and the constant budget reductions in the last years (Carvalho, 2018), especially for S&T.

Additionally, we tested our model for the influence of research maturity, which can be explained by the research infrastructure lifespan. The variable is also able to identify a learning curve (Ritter; Schooler, 2002). Despite statistical significance, the impact of the operation lifespan is very small in both models, which leads us to suggest that opportunities can be achieved by new labs. This result is in line with the one found by Cohen (1991), who proposes that there is no indication of timing entry barriers.

5.3. Cooperation

Cooperation and interactions are relevant for a NSI (Freeman, 1992), as already presented previously. Some studies highlight the importance of universities in generating technologies, both inside and outside their boundaries (Cohen *et al.*, 2002; Wright, Birley & Mosey, 2004). Besides that, specific attention is given to university-firm interactions (Sjoo & Hellstrom, 2019; Klevorick *et al.*, 1995; Mansfield, 1991), and the Brazilian case is not an exception (Caliari & Rapini, 2017; Caliari, Santos, & Mendes, 2016; Rapini, 2007; Suzigan & Albuquerque, 2011).

In this paper, we tested the cooperation of research infrastructure with other labs and their interactions with firms, both classified as domestic and foreign. Results show different perspectives from research leaders in accessing “advanced” or “sufficient” classifications. For research infrastructure classified as “sufficient”, cooperation with domestic firms presents statistical significance while with foreign firms it does not. It is worth noting as well that there is no difference among medium and high levels of importance of cooperation with domestic firms. Furthermore, the coefficient of cooperation is smaller than the coefficients of other explanatory variables.

We also find evidences that structural changes on research infrastructure may be achieved with cooperation. For example, a research lab which gave high importance to interactions with other labs – either domestic or foreign – and to domestic firms are approximately 8.5 times more likely to be “advanced” than research infrastructure which gave low importance to these interactions.

Cooperation with foreign firms was not markedly important to differentiate infrastructure technical capacity. The high importance given to cooperate with foreign firms is underscored by only 31 advanced scientific labs (4,9%) while other types of cooperation were indicated as important by 57.9% (domestic institutions), 33.8% (foreign institutions) and 32.3% (domestic firms) of those scientific infrastructures.

5.4. Geographic regions

Regions are important for knowledge creation and learning, therefore regions' research structure may generate feedbacks on the regions' economic system (Florida, 1995). This process is related to Myrdal's circular cumulative causation (Myrdal, 1960) where inequalities are reinforced by the system; in this view, strong economies are associated with strong regional innovation systems in a self-reinforcement process (Cooke, 2001; Santos & Caliri, 2012).

Taking this into account, a correlation among economy size and research structure is expected, which means relatively more advanced research infrastructure are located in more advanced economic regions. Table 8 presents information to sustain these argument, repeating econometric results (column 2) besides economic and S&T regional concentrations (columns 3 and 4). Econometric coefficients are from odds-ratio results; all of them are statistically significant.

Table 8. Comparative Information under Regional Classification

Geographic Region	Probability of being advanced	% of research infrastructures	% of Brazilian GDP
Southeast	1.00	57.0	54.0
South	0.31	24.0	16.8
Northeast	0.44	9.6	14.2
North	0.19	3.0	5.3
Midwest	0.19	6.5	9.7

Source: Authors' own elaboration.

As it can be seen in Table 8, the percentage of research structures are correlated with the size of each regions' economies (GDP), however we can notice that the former is more concentrated than the latter (Hirschman-Herfindahl index for research infrastructure is 3,968.4, while for GDP is 3,522.1). This means a high degree of reinforcement of S&T effects on the economic structure, which is congruent with Cavalcante (2011). We can also find in the literature econometric evidences that prove that the uneven distribution of S&T resources in the country is mainly explained by the imbalanced regional research infrastructure (Fagundes et al, 2005). Moreover, other studies show that the research infrastructure asymmetry within regions reflect their S&T outputs (Chiarini *et al.*, 2013; Sidone *et al*, 2016).

Our finding goes against the policy implemented by federal governments in the 2000s and middle 2010s for the decentralization of higher education (BRASIL, 2015; Pires & Silva, 2009). Our analysis show that despite the implementation of policies to decentralize the research infrastructure with the inauguration of new research institutes in the Northeast – such as the Center for Strategic of the Northeast^{xviii} and the Semi Arid National Institute^{xix} – and the establishment of new public universities in the Northeast and Midwest – such as the Federal University of Recôncavo da Bahia – UFRB, and the Federal University of Grande Dourados – UFGD –, research infrastructures are still highly concentrated. Those policies had positive immigration effects of students for less-developed regions (Barufi, 2014), however, relevant research infrastructures are still more concentrated than the provision of higher education. Then, circular cumulative causation effects are established, which the decrease in retention of students in those less-developed

areas.

This inequality reinforcement feedback can be seen in the econometric analysis: research infrastructures located in the Southeast Region are approximately 5.2 times more likely to be “advanced” than research infrastructures in the North and Midwest Regions, for example. Northeast Region seems to be an outlier. Despite its low percentage of research infrastructure (9.6% of total research infrastructure from Brazil is located there), 44% of them seem to be comparable with the ones from the Southeast Region, which is a higher number even compared to the South Region (31%). Here there may be a virtuous result from regional policies, since economic growth in the Northeast was higher than Brazil’s average in the last years, but more studies need to be done to deepen this finding.

5.5. *Scientific and Technological Outputs*

Scientific and technological results (publications and patents) are possible outputs from research infrastructures. Additionally, one can remind that there are intangible benefits, spillovers and externalities of the investment in research infrastructure (Del Bo *et al.*, 2016) that was not captured in our models.

Our findings reveal that neither scientific nor technological results are statistically significant on research leader’s perception on their research infrastructure. Notwithstanding this result, we believe it may be related with existing correlations among both labs’ economic scale and scientific/technological results, as we can depict from Table 9.

Table 9. Comparative Information about scientific and technological outputs

Monetary value attributed	Average Scientific Output	Average Technological Output
Up to USD 231.000	-0.130	-0.076
From USD 232.000 to US\$ 463.000	0.158	-0.006
From USD 463.000 to US\$ 4,63 million	0.228	0.199
Above USD 4,63 million	0.334	0.118

Source: Authors’ own elaboration.

There is a monotonically and mathematically crescent relationship between the research infrastructure scale and average scientific outputs, however the same conclusion is not valid for scale and technological output. As a consequence, we made particular tests to verify the former association. We do not find multicollinearity when testing the dependent variables by VIF command^{xx}, but it is not a definite conclusion since research infrastructure scale is defined by a Likert scale type. Consequently, we processed alternative regressions without infrastructure scale and considering only for the Logit model (Table 10, annex).

When using these alternative regressions, we identify two relevant findings: i) scientific outputs are statistically significant to explain both ‘advanced’ and ‘sufficient’ research infrastructure, as suggested before; and ii) all remaining explanatory variables present the same results (considering sign, magnitude and statistical significance of coefficients), which indicate the validity of scale and science’ correlations, with robust results for further variables. Better statistical adjustments came from main models so we are already considering the best econometric fit.

6. Conclusions

In Brazil, research infrastructures started to be built about 50 to 60 years ago. Today, the country has a considerable developed research infrastructure constituted, in the majority, by public labs within public universities and public research institutes. So, this structure is due mainly by efforts from federal government in last decades.

Considering that and the importance of infrastructure for S&T advancements, an extensive work was conducted in order to quantify S&T infrastructures (De Negri & Squeff, 2016). We used this database and we identified the determinants of the relevance of research infrastructure, categorized as “advanced”, “sufficient” or “insufficient”. Our econometric results corroborate theoretical and empirical findings, with distinct impact from variables, allowing to define hierarchy.

Firstly, being bigger (infrastructure scale) and having state-of-art technology are remarkably important to reach “advanced” status. Considering the previous finding, increasing labs’ scale seems to be a more urgent need than their modernization: roughly 72% of scientific infrastructures were modernized in the last 5 years, but only 23% of them are monetarily valued above US\$ 463 thousand. However, relatively modern infrastructure does not maintain its modernity if no further investments is done.

We also found evidences that interactions with other agents of the Brazilian Innovation System have impacts on the research infrastructure. Researchers who perceive as “high important” the interactions with other labs – both domestic and foreign ones – and also with Brazilian firms are approximately 8.5 times more likely to be relatively more “advanced” than those researchers who consider these interactions of “low importance”. Despite that, the interactions are focused mainly in peer-cooperation (research institutions) and domestic firms, which corroborates the low cooperation profile of Brazilian institutions. On this way, many discussions regarding current improvements for Brazilian S&T capabilities focus on the need of establish more cooperative arrangements, mainly with foreign institutions and firms.

Scope, scientific output and operation lifespan also present statistical significance, but with lower magnitude. Additionally, results present inequality reinforcement feedback from regional analysis, which need to be tackled if policy makers are trying to sought a strategy focused on scientific regional inequality reduction.

As an important appointment from this study, we highlight the susceptibility of Brazilian infrastructure to public budgetary fluctuations. Therefore, our findings are likely to be relevant for research infrastructures’ managers who depend mainly on public resources, which have been reduced drastically in the last few years in Brazil. It is urgent the search for new sources of income. One possible way to overcome this reduction, in order to prevent activities interruption, is by approximating the public labs to private companies and/or foreign institutions. An efficient approximation strategy must pursue the increase scale besides sustaining modernity standards of the labs.

Our models suggest that centers of excellence tend to reach better this suggestion, since they are more attractive for private intentions. Moreover, the importance of cooperation points out the dual relevance of this strategy.

Nonetheless, it has to stay clear that private funding is mainly focused on applied technological matters, so this suggestion would be applicable just in specific fields and for specific cases. Thus, even if a cooperative approach with private institutions is achieved by some research infrastructures, it is true that some researches that do not present clear market

potential should continue to depend on public entities for their continuity and growth. We understand, therefore, that policy makers should think in stable public policies on this matter whose importance for both economic and social developments are undeniable.

7. References

- ACHARYA, T. Science and technology for wealth and health in developing countries. *Global Public Health*, v. 2, n. 1, p. 53–63, 2007.
- ALBUQUERQUE, E.; SIMOES, R.; BAESSA, A.; CAMPOLINA, B.; SILVA, L.. A distribuição da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatística de produção local de patentes e artigos científicos. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 1, 2002, p. 225-51.
- BARUFI, A. M. B. Impactos do Acesso ao Ensino Superior sobre a Migração de Estudantes Universitários. In: RESENDE, G. M. (Org.). *Avaliação de Políticas Públicas no Brasil uma análise de seus impactos regionais*. 1. ed. Brasília: IPEA, 2014. v. 1. p. 307–352.
- BERNARDES, A.T.; ALBUQUERQUE, E.M. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*, v. 32, p. 865-885, 2003.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *A democratização e expansão da educação superior no Brasil: 2003- 2014*. [S.l: s.n.], 2015.
- BROOKS, H. The relationship between science and technology. *Research Policy*, v.23, p.477-486, 1994.
- CALIARI, T.; RAPINI, M. S. Geographical distance differentials in university-firm interaction in Brazil: A focus on the characteristics of agents and interactions. *Nova Economia*, v. 27, n. 1, 2017.
- CALIARI, T.; SANTOS, U. P. DOS; MENDES, P. S. Geração de Tecnologia em Universidades / Institutos de Pesquisa e a Importância da Interação com Empresas: Constatações através da Base de Dados dos Grupos de Pesquisa do CNPq. *Análise Econômica*, v. 34, n. 66, p. 285–312, 2016.
- CASSIOLATO, J. E., SOARES, M. C. C. Innovation Systems, Development and Health. In: CASSIOLATO, J. E.; SOARES, M. C. *Health Innovation Systems, Equity and Development*, 2015
- CARVALHO, L. *A valsa brasileira*. São Paulo, São Paulo: Todavia Livros, 2018.
- CAVALCANTE, L. R. *Desigualdades Regionais em Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: Uma Análise de sua Evolução Recente*. , Texto para Discussão., nº 1574. Brasília: [s.n.], 2011.
- CHANDLER, A. *Scale and Scope: the Dynamic of Industrial Capitalism*. Cambridge, MA: The Belknap Press of the Harvard University Press, 1994.
- CHIARINI, T.; OLIVEIRA, V. P.; DO COUTO E SILVA NETO, F. C. Spatial distribution of scientific activities: An exploratory analysis of Brazil, 2000–10. *Science & Public Policy*, v. 41, pp. 625–640, 2013.
- COCKBURN, I. M.; HENDERSON, R. M. Scale and scope in drug development: unpacking the advantages of size in pharmaceutical research. *Journal of Health Economics*, v. 20, p. 1033–1057, 2001.
- COHEN, J. E. Publication rate as a function of laboratory size in a biomedical research institution. *Scientometrics*, v., n. 1, p. 35–52, 1980.
- COHEN, J. E. Size, age and productivity of scientific and technical research groups. *Scientometrics*, v. 20, n. 3, p.395–416, 1991.
- COHEN, W. M. *et al.* Links and Impacts : The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, v. 48, n. 1, p. 1–23, 2002.
- COOKE, P. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*, v. 10, n. 4, p. 945–974, 2001.
- CROW, M.; BOZEMAN, B. *Limited by design: R&D Laboratories in the US National Innovation System*. New York: Columbia University Press, 1998.
- DEL BO, C. F., FLORIO, M., & FORTE, S. (2016). The social impact of research infrastructures at the frontier of science and technology: The case of particle accelerators. *Technological Forecasting and Social Change*, 112, 1–3.
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. F.. *Relações universidade-empresa no Brasil: o papel da infraestrutura pública de pesquisa*. Discussing Paper, n. 1901. Brasília: IPEA, 2013.
- DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. DE H. S. *Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil*. 1. ed. Brasília: IPEA, 2016.
- D’IPPOLITO; RÜLLING, C-C.. Research collaboration in large scale research infrastructures: collaboration

- types and policy implications. *Research Policy*, 2019.
- EC. European Commission. *A vision for strengthening world-class research infrastructures in the ERA*. Report of the expert group on research infrastructures. Brussels: European Commission, 2010.
- FAGUNDES, M. E. M.; CAVALCANTE, L. R. M. T.; RAMACCIOTTI, R. E. L. Distribuição regional dos fluxos de recursos federais para ciência e tecnologia. *Parcerias Estratégicas*, v. 10, n. 21, p. 59–78, 2005.
- FLORIDA, R. Toward the Learning Region. *Futures*, v. 27, n. 5, p. 527–536, 1995. FORAY, D. *The economic of knowledge*, MIT Press, 2004.
- FORAY, D. Knowledge Policy for Development. In: KRAEMER-MBULA, E.; WAMAE, W. (Org.). *Innovation and the Development Agenda*. Ottawa: OECD Publishing, 2010. p. 91–109.
- FREEMAN, C. *Economics of Innovation*. London: Routledge, 1992.
- FREEMAN, C. Technological infrastructure and international competitiveness. *Industrial & Corporate Change*, v. 13, n. 3, p.541-569, 2004.
- GUIMARÃES, R. Pesquisa no Brasil: a reforma tardia. *São Paulo em Perspectiva*, v.16, n. 4, p. 41-72, 2002.
- HERNANDEZ-VILLAFUERTE, K. *et al.* Economies of scale and scope in publicly funded biomedical and health research: evidence from the literature. *Health Research Policy and Systems*, v. 15, n. 3, p. 1–17, 2017.
- JOHNES, J.; JOHNES, G. *Costs, Efficiency and Economies of Scale and Scope in the English Higher Education Sector*. . [S.l: s.n.], 2016.
- KANNEBLEY, S.; BORGES, R. DE L. A.; DE PRINCE, D. Scientific production and its collective determinants: An econometric analysis for the Brazilian research labs. *Science and Public Policy*, v. 45, n. 5, p. 661–672, 2018.
- KIM, L. *Imitation to innovation: the dynamics of Korea’s technological learning*. Harvard Business School Press, 1997.
- KLEVVORICK, A. K. *et al.* On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185–205, 1995.
- KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An Overview of Innovation. *European Journal of Innovation Management*, v. 38, p. 275–305, 1986.
- KOSHAL, R. K.; KOSHAL, M. Economies of scale and scope in higher education: a case of comprehensive universities. *Economics of Education Review*, v. 18, p. 269–277, 1999.
- LEE, K. *The art of economic catch-up. Barriers, detours and leapfrogging in Innovation Systems*. New York: Cambridge University Press, 2019.
- LOZANO, S.; RODRÍGUEZ, X-P.; ARENAS, A.. Atapuerca: evolution of scientific collaboration in an emergent large-scale research infrastructure. *Scientometrics*, 2014.
- LUNDEVALL, B-A. *National Systems of Innovation*. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter Publisher, 1992.
- LUNDEVALL, B-A., JOSEPH, K.J., CHAMINADE, C., AND VANG, J., eds, *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, Edward Elgar, Cheltenham, 2009.
- MACULAN, A. M.; MELLO, J. M. C. University start-ups for breaking lock-ins of the Brazilian economy. *Science and Public Policy*, v. 36, n. 2, 2009.
- MANSFIELD, E. Academic research and industrial innovation. *Research Policy*, v. 20, p. 1–12, 1991.
- MAZZOLENI, R.; NELSON, R. *The roles of research at universities and public labs in economic catch up*. Laboratory of Economics and Management Sant’Anna School of Advanced Studies.Pisa, 2005.
- MYRDAL, G. *Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas*. (Edição Or ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1960. NELSON, R. *National innovation systems: a comparative analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.
- OECD. *Establishing large international research infrastructures: Issues and options*. Report of the Global Science Forum, 2010.
- OLIVARES, M.; WETZEL, H. *Competing in the higher education market: Empirical evidence for economies of scale and scope in German higher education institutions*. , University of Lüneburg Working Paper Series in Economics., n° 223. Lüneburg: [s.n.], 2011.
- PAVITT, K. (1991) What makes basic research economically useful. *Research Police*, v.20, pp. 109-119.
- PEREZ, C.; SOETE, L. "Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity". In G.DOSI ET AL. eds. *Technical Change and Economic Theory*, London: Francis Pinter, pp. 458-479, 1988.

- PIRES, A. C.; SILVA, M. C. P. *Políticas de Regionalização da Capes: Limites e Potencialidades para a história da educação superior no Norte e Nordeste do Brasil*. 2009, Uberlândia: [s.n.], 2009.
- QIAO, L., MU, R., & CHEN, K. Scientific effects of large research infrastructures in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 112, 102–112, 2016.
- QURASHI, M. M. Publication Rate as a function of the Laboratory / Group Size. *Scientometrics*, v. 6, n. 1, p. 19–26, 1984.
- RAPINI, M. S. Interação Universidade-Empresa no Brasil: Evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. *Estudos Econômicos*, v. 37, n. 1, p. 211–233, 2007.
- RIBEIRO, L. C.; RUIZ, R. M.; BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. M.. Modeling economic growth fuelled by science and technology. *Estudos Econômicos*, v. 40, n. 2, p. 319-340, 2010.
- RITTER, F. E.; SCHOOLER, L. J. The learning curve. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam: Pergamon, 2002. p. 8602–8605.
- ROSENBERG, N. *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- SANTOS, U. P.; CALIARI, T. Distribuição Espacial das Estruturas de Apoio às Atividades Tecnológicas no Brasil: Uma Análise Multivariada para as Cinquenta Maiores Microrregiões do País. *Revista Economia (ANPEC)*, v. 13, n. 3b, p. 759–783, 2012.
- SALTER, A.; MARTIN, B. (2001) The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. *Research Policy*, v.30, p.509-532.
- SCHWARTZMAN, S. *A space for science*. The development of the scientific community in Brazil. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press, 1991.
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15–31, 2016.
- SILVA NETO, F. C. DO C. *et al.* Patterns of interaction between national and multinational corporations and Brazilian universities/public research institutes. *Science and Public Policy*, v. 40, p. 281–292, 2013.
- SJOO, K.; HELLSTROM, T.. University-industry collaboration: a literature review and synthesis. *Industry & Higher Education*, 2019.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. *Revista de Economia Política*, v. 31, n. 401666, p. 3–30, 2011.
- VONORTAS, N. *et al.* *Economies of scale and scope at the research project level*. . Luxembourg: [s.n.], 2011. Disponível em: <http://publications.europa.eu/resource/cellar/fdb9ae6b-9fa6-4151-94d1-7057e4d32197.0001.02/DOC_1>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- VONORTAS, N. S. Scale and scope in research. In: DELANGHE, H.; MUL DUR, U.; SOETE, L. (Org.). *European Science and Technology Policy: Towards Integration or Fragmentation?* [S.l.]: Edward Elgar, 2009. p. 142–158.
- WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge: MIT Press, 2002.
- WRIGHT, M.; BIRLEY, S.; MOSEY, S. Entrepreneurship and University Technology Transfer. *Journal of Technology Transfer*, v. 29, p. 235–246, 2004.

8. Annex

Table 10. Multicollinearity test for dependent variables

Variables	VIF	1/VIF
Monetary value attributed to the infrastructure		
from USD 231.000 to USD 462.000	1.37	0.731
from USD 463.000 to USD 4,63 million	1.68	0.596
above USD 4,63 million	1.89	0.529
Multidisciplinarity	1.30	0.768
Modernization period		
from 1 to 5 years	1.89	0.529
from 5 to 10 years	1.31	0.764
from 10 to 15 years	1.23	0.812
there was none	1.27	0.789
Operating time (lifespan)	2.76	0.362
Cooperation with domestic research institutions		
Medium importance attribution	2.10	0.475
High importance attribution	3.65	0.274

Cooperation with foreign research institutions		
Medium importance attribution	1.66	0.602
High importance attribution	2.34	0.428
Cooperation with domestic firms		
Medium importance attribution	1.38	0.723
High importance attribution	1.77	0.565
Cooperation with foreign firms		
Medium importance attribution	1.23	0.813
High importance attribution	1.20	0.832
Geographic regions		
South	1.30	0.767
Northeast	1.11	0.898
North	1.04	0.960
Midwest	1.10	0.907
Science Index	1.13	0.888
Technology Index	1.08	0.930

Source: Authors' own elaboration.

Table 11. Alternative Econometric Model

Variables	Model 1 Odds-Ratio Logit	Model 2 Odds-Ratio Logit
Multidisciplinarity	1.590**	1.095
Modernization period		
from 1 to 5 years	0.787	0.830
from 5 to 10 years	0.267*	0.434*
from 10 to 15 years	0.151*	0.285*
there was none	0.138*	0.254*
Operation time (lifespan)	1.031*	1.021*
Cooperation with domestic research institutions		
Medium importance attribution	1.759*	1.242
High importance attribution	2.164*	1.227
Cooperation with foreign research institutions		
Medium importance attribution	2.157*	1.361
High importance attribution	3.732*	0.756
Cooperation with domestic firms		
Medium importance attribution	2.161*	1.515**
High importance attribution	3.731*	1.731**
Cooperation with foreign firms		
Medium importance attribution	1.508	1.592
High importance attribution	0.793	0.698
Geographic regions		
South	0.265*	0.605*
Northeast	0.416*	0.944
North	0.137*	0.885
Midwest	0.178*	0.791
Science Index	1.352*	1.257**
Technology Index	1.013	0.866
Constant	0.822	2.247*
Observations	949	1083
LR (qui-square)	418.74	117.42
Prob > qui-square	0.00	0.00
Pseudo-R ²	0.319	0.084

Source: Authors' own elaboration.

Cadenas globales de valor y emisiones de CO₂: análisis comparado de las relaciones entre China, Unión Europea y América Latina

Óscar Rodil Marzábal

Universidade de Santiago de Compostela, Grupo ICEDE, Departamento de Economía Aplicada, España
oscar.rodil@usc.es

Hugo Campos Romero

Universidade de Santiago de Compostela, Grupo ICEDE, Departamento de Economía Aplicada, España
hugo.campos@rai.usc.es

Resumen

Los cambios derivados de la globalización productiva afectan a la estructura productiva y comercial de las economías participantes, en un contexto en el que los sistemas de innovación pueden favorecer la participación en el seno de las cadenas globales de valor (CGV) a partir del aprovechamiento de oportunidades de escalamiento (*upgrading*). Entre las diversas formas de escalamiento se halla el escalamiento medioambiental, a través de la reducción de los niveles de consumo de recursos, de generación de residuos y de emisiones al medio. Es por ello que la articulación de las CGV puede afectar a las emisiones de CO₂, condicionando la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

El objetivo de este trabajo es doble: primero, analizar los cambios en la participación conjunta de China, la Unión Europea y América Latina en las CGV, y, segundo, analizar el impacto de esta participación sobre las emisiones netas de CO₂. El estudio empírico parte de las estadísticas de comercio en valor agregado (base de datos TiVA, OCDE) y de información de emisiones de CO₂ procedente de la base de datos EORA. El marco temporal de análisis comprende el período 2005- 2015. Los resultados muestran cambios en las relaciones entre China, la Unión Europa y América Latina, que ponen de manifiesto una tendencia declinante en su participación total y conjunta en CGV. Estos cambios responden a una estructura cambiante de la producción china que refleja la progresiva sustitución de valor agregado foráneo por valor agregado doméstico, reflejando un proceso de escalamiento productivo. Por otro lado, a pesar de la paulatina reducción de los coeficientes de intensidad de emisiones, se observan fuertes asimetrías al comparar dicha participación en términos monetarios o en emisiones de CO₂, que ponen en cuestionamiento el papel de estas cadenas en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

Palabras clave

Cadenas globales de valor; emisiones de CO₂; China; América Latina; Unión Europea

1. Introducción

La globalización productiva ha seguido diversas tendencias en los últimos años que se traducen en cambios notables que no solo afectan a la estructura productiva y comercial de las economías participantes, sino también a otros ámbitos. Estos cambios tienen lugar en un contexto en el que los sistemas de innovación pueden favorecer la participación en el seno de las cadenas globales de valor (CGV) a partir del aprovechamiento de oportunidades de

escalamiento o mejora (*upgrading*). Entre las diversas formas de escalamiento se halla el escalamiento medioambiental, a través de la reducción de los niveles de consumo de recursos, de generación de residuos y de emisiones al medio. Es por ello que la articulación de las CGV puede afectar a las emisiones de CO₂, condicionando la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. En este contexto cambiante destaca el protagonismo de China, tanto por su peso productivo como por la profundidad de los cambios recientes experimentados en el marco de la fragmentación productiva internacional. Este proceso también ha tenido su reflejo en otras áreas económicas, como la Unión Europea y América Latina, mostrando trayectorias particulares.

El objetivo de este trabajo es doble: en primer lugar, analizar los cambios en las relaciones de China, la Unión Europea (UE28) y seis países de América Latina (ALC6: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú) en el marco de las CGV; y, en segundo lugar, las consecuencias de esta participación sobre las emisiones netas de CO₂.

Para la parte empírica del trabajo, se parte de las estadísticas de la OCDE sobre comercio en valor agregado (base de datos TiVA) y sobre emisiones de dióxido de carbono (CO₂) incorporadas en el comercio internacional. Con base en las disponibilidades estadísticas, el marco temporal de análisis comprende el período 2005-2015.

El trabajo se divide en cinco secciones, incluyendo esta primera a modo de introducción. En la segunda sección se abordan los aspectos metodológicos. En la tercera sección se desarrollan los cálculos para el análisis comparado (China/UE28/ALC6) de la participación en CGV, de los cambios en sus interrelaciones productivas, y de las consecuencias estimadas de estos cambios en términos de emisiones de CO₂. La cuarta sección presenta los resultados obtenidos desde la óptica de las relaciones bilaterales tanto en términos de flujos de valor agregado como de las emisiones de CO₂ asociadas a dichos flujos y se discuten los resultados. Finalmente, en la quinta sección se presentan las principales conclusiones.

2. Metodología

Los objetivos analíticos del presente trabajo requieren abordar una serie de consideraciones previas de carácter metodológico, referidas tanto a (1) la medición de la participación de los países en las CGV a partir del comercio en valor agregado, como a (2) la estimación de la intensidad sectorial de emisiones de CO₂. Ambos pasos son necesarios para abordar, finalmente, el proceso de estimación de las emisiones de CO₂ asociadas a los flujos de valor agregado que caracterizan las interrelaciones de los países en el marco de la fragmentación productiva internacional.

2.1. Medición de la participación en CGV a partir del comercio en valor agregado

El estudio de la participación de los países en las CGV ha venido exigiendo un cambio metodológico que haga posible discernir el origen de los diferentes flujos de valor incorporado en los intercambios comerciales de dichos países (comercio en bruto). Esto es debido a que las tradicionales estadísticas del comercio internacional incurren en el problema de la doble contabilización del valor de los insumos (productos intermedios) previamente importados e incorporados (transformados o no) en las exportaciones de cada país.

En este sentido, la medición del comercio en valor agregado permite superar las limitaciones mencionadas, ofreciendo una óptica enriquecedora para el análisis de los flujos

comerciales y atendiendo a la creciente interrelación productiva de los países en el marco de las CGV. Es por ello que en este trabajo se hace uso de la información procedente de la base de datos TiVA (*Trade-in- Value-Added*) de la OCDE.

Partiendo del trabajo de Koopman, Powers, Wang, y Wei (2010), se pueden calcular una serie de índices de participación en CGV, de muy sencilla interpretación, que permiten caracterizar tanto el grado como el modo de inserción de los países en el proceso de fragmentación productiva internacional. Un primer indicador lo constituye el índice de *participación hacia atrás* (expresión 1), que mide el valor agregado de origen foráneo (VAF) incorporado en las exportaciones brutas (EXP) de cada país (subíndice i), expresado como porcentaje de estas mismas exportaciones brutas. Se trata de una medida de la importancia que presentan los encadenamientos hacia atrás (“aguas arriba”) en la participación del país en las CGV.

$$I_{Phacia\ atrás} = \frac{VAF_i}{EXP_i} \times 100 \quad (1)$$

Un segundo indicador lo constituye el índice de *participación hacia adelante* (expresión 2), que mide el valor agregado doméstico (generado en el interior del país) incorporado en las exportaciones de otros países (VADEF), expresado también como porcentaje de las exportaciones brutas (EXP) del país de referencia. En este caso, se trata de una medida de la importancia que tienen los encadenamientos hacia adelante (“aguas abajo”) en la participación del país en las CGV.

$$I_{Phacia\ adelante} = \frac{VADEF_i}{EXP_i} \times 100 \quad (2)$$

De la suma de los dos índices anteriores resulta el índice de *participación total* (expresión 3), que expresa el porcentaje de las exportaciones brutas de un país que se vincula a la participación en las CGV.

$$I_{Ptotal} = I_{Phacia\ atrás} + I_{Phacia\ adelante} \quad (3)$$

Al margen de los índices de participación señalados se puede calcular también un índice de *posición* (expresión 4), como la diferencia entre el índice de participación *hacia adelante* y el índice de participación *hacia atrás*, que indica cual es el modo de participación predominante: hacia atrás (índice de posición con valores negativos) o hacia adelante (índice de posición con valores positivos).

$$IPO_i = I_{Phacia\ adelante} - I_{Phacia\ atrás} \quad (4)$$

En cualquier caso, debe indicarse que no cabe inferir directamente una valoración favorable o desfavorable del modo de inserción de un país teniendo en cuenta exclusivamente su índice de posición, sino que se deben atender a factores de índole diversa, como la especialización productiva o la capacidad tecnológica, entre otros. Así es posible encontrar

países de muy diferente nivel de desarrollo que aparentemente presentan un índice de posición similar en las CGV, pero que sin embargo difieren notablemente en otros aspectos.

Más allá de estas medidas e indicadores relativos de la participación de los países en las CGV, resulta de interés el estudio pormenorizado de los flujos de valor agregado que conforman los intercambios comerciales brutos desde una perspectiva combinada a nivel espacial (país de origen del valor agregado) y sectorial (sectores de origen y destino del valor agregado). En este trabajo se aborda esta tarea, tomando en consideración de manera específica las relaciones bilaterales existentes entre China, la UE (UE28) y un grupo de 6 países de América Latina (ALC6).

2.2. Cálculo de la intensidad de emisiones de CO2 a partir del análisis input-output

El uso de la metodología input-output (IO) en el ámbito de análisis medioambiental ha ganado presencia recientemente (Martinez et al., 2018; Huang et al., 2018; Liu et al., 2018a; Tarne et al., 2018; Tsagkari et al., 2018; Cheng et al., 2018; Steinmann et al., 2018; Liu y Fan, 2017, entre otros) si bien sus orígenes se remontan al propio Leontief (1970).

Mediante el uso de la metodología IO multirregional, que detalla el origen y destino de la producción intermedia y de la demanda final por regiones; combinado con la incorporación de extensión medioambiental, es posible realizar un estudio del impacto de las emisiones del comercio internacional.

Para este propósito se ha seleccionado la base de datos EORA, en su versión agregada (EORA26), que proporciona información detallada sobre los flujos comerciales para todos los países, desglosada en 26 sectores, para el periodo 1995-2015. Asimismo, incorpora cuentas satélites que permiten medir el impacto de distintos contaminantes. En este caso, se ha seleccionado el CO2, al representar por sí mismo la gran mayoría de emisiones al aire.

Un modelo IO multirregional reducido (2 países y 2 sectores S) que ejemplifica la información que se puede obtener en EORA se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelo IO multirregional

			Transacciones intermedias				Demanda final		Output total
			País A		País B		País A	País B	
			S 1	S 2	S 1	S 2			
Transacciones intermedias	País A	S 1	t_{11}^{AA}	t_{12}^{AA}	t_{11}^{AB}	t_{12}^{AB}	f_1^{AA}	f_1^{AB}	X_1^A
		S 2	t_{21}^{AA}	t_{22}^{AA}	t_{21}^{AB}	t_{22}^{AB}	f_2^{AA}	f_2^{AB}	X_2^A
	País B	S 1	t_{11}^{BA}	t_{12}^{BA}	t_{11}^{BB}	t_{12}^{BB}	f_1^{BA}	f_1^{BB}	X_1^B
		S 2	t_{21}^{BA}	t_{22}^{BA}	t_{21}^{BB}	t_{22}^{BB}	f_2^{BA}	f_2^{BB}	X_2^B
Inputs primarios			p_1^A	p_2^A	p_1^B	p_2^B			-
Input total			X_1^A	X_2^A	X_1^B	X_2^B			X_{total}^{Mundo}
Emisiones CO2			E_1^A	E_2^A	E_1^B	E_2^B	E_f^A	E_f^B	-

Fuente: elaboración propia.

El primer superíndice indica el país de origen y el segundo el país de destino. Los

subíndices indican los sectores de origen y de destino.

Cabe aclarar que, debido a que el modelo reducido de EORA se construye agregando información de las tablas IO nacionales, no siempre se da un correcto balanceo entre el output total y el input total por sectores. En cambio, sí se cumple esta igualdad al obtener el total mundial. En lo que a los cálculos se refiere, se han realizado tomando la producción total.

A partir de la matriz de emisiones totales, E , la intensidad de emisiones se obtiene calculando el cociente de cada elemento de E entre la producción total de cada sector.

$$e = E \cdot X^{-1} \quad (5)$$

Una vez calculada la intensidad de emisiones (e), para cada país i y sector j , expresada esta en unidades físicas (toneladas) de CO₂ por unidades monetarias de producción (miles de dólares), se puede aplicar (multiplicar) a los flujos de valor agregado (VA) con origen en el país i y el sector j ; para, finalmente, obtener las emisiones totales de CO₂ asociadas a estos flujos.

$$emisionesCO_{2ij} = e_{ij} \times VA_{ij} \quad (6)$$

3. Desarrollo

De acuerdo con el plan metodológico señalado, el estudio se desarrolla en dos etapas; una primera centrada en el estudio de los cambios en las CGV y en los flujos asociados de valor agregado entre China, la UE (UE28) y América Latina y el Caribe (ALC6), y una segunda orientada a la estimación de las emisiones de CO₂ incorporadas en dichos flujos.

3.1. Marco teórico-conceptual de las CGV

El estudio del comercio desde la perspectiva de la fragmentación productiva internacional aporta valiosas revelaciones y tiene importantes implicaciones para la investigación en el campo de la economía mundial. Asimismo, ha puesto de manifiesto la necesidad de cambios metodológicos que permitan capturar mejor la esencia de dicho fenómeno. En este contexto analítico adquiere una especial significación el concepto de “cadena global de valor”, entendida como el conjunto de etapas en que se divide el proceso de producción de un bien o servicio final y que se ubican en diferentes países. El avance del proceso de fragmentación productiva internacional ha propiciado que una parte creciente de los intercambios comerciales respondan a las necesidades derivadas del funcionamiento de las CGV, lo cual conduce a un replanteamiento de los fundamentos teóricos y metodológicos que han venido caracterizando al estudio del comercio internacional hasta décadas muy recientes.

Aunque el concepto de CGV ha venido adquiriendo un creciente protagonismo en la producción científica actual, debe señalarse que los orígenes de dicho concepto datan ya de los años setenta y ochenta, cuando Hopkins y Wallerstein (1986) acuñaron el término “cadena de mercancía”, aunque su interés inicial estaba fundamentalmente orientado al análisis de la reproducción social del trabajo como un factor esencial del proceso productivo, quedando al margen su influencia en el ámbito comercial (Bair, 2005). Sería posteriormente Gereffi (1994) quien, aplicando la idea de Hopkins y Wallerstein al análisis de las redes empresariales conectadas con proveedores internacionales y con mercados globales, introduciría el concepto

de “cadena global de mercancías” para estudiar cómo la participación en el ámbito global puede favorecer el desarrollo económico, al tiempo que diferenciaba distintos patrones de gobernanza en las CGV. Posteriormente, otros autores (Arndt y Kierzkowski, 2001; Humphrey y Schmitz, 2001) advirtieron que cada vez más productores globales actuaban como compradores globales. A este descubrimiento se sumó la necesidad de aglutinar en un mismo término la diversidad terminológica existente en la literatura sobre la fragmentación productiva internacional, donde coexistían términos tales como “cadena de proveedores”, “redes productivas internacionales”, o “cadenas globales de mercancías”. Todo ello ha impulsado y generalizado el uso del término “cadena global de valor”, para referirse al conjunto de etapas en que se dividen los procesos productivos como consecuencia de la fragmentación productiva internacional y que incluyen una triple dimensión productiva, geográfica y de gobernanza.

En cuanto a los factores explicativos que explican el auge de las CGV, estos se pueden clasificar en tres grupos. En primer lugar, los importantes avances tecnológicos y organizativos en los campos del transporte y de las comunicaciones, que no sólo facilitan y aceleran los intercambios, sino que también permiten una mejor sincronización y control de los procesos de suministro, producción y distribución de los bienes y servicios. En segundo lugar, la progresiva liberalización comercial y económica (multilateralismo) que ha venido caracterizando a la economía mundial desde la firma en 1947 del Acuerdo general de aranceles de comercio y aduanas (GATT), pero sobre todo de su desarrollo y ampliación posterior a un número creciente de países y de ámbitos de regulación. En este sentido, un hecho significativo fue la entrada de China en la OMC a partir del año 2001; momento a partir del cual su ascenso en la escena internacional ha sido imparable. En tercer lugar, destacan las sucesivas oleadas de inversión extranjera directa que han venido caracterizando a la economía mundial en particular desde los años ochenta y noventa, dando lugar a una nueva geografía de los procesos productivos a nivel mundial, adquiriendo el sudeste asiático y China en particular un papel cada vez más central en el engranaje de la denominada “fábrica mundo”.

Como resultado de todos estos cambios, se desarrolla el fenómeno de la fragmentación productiva internacional, cuyos efectos sobre el comercio se han hecho notorios y visibles, traspasando las fronteras mismas de los bloques regionales de integración. En este sentido, las CGV se constituyen como un fenómeno capaz de contrarrestar la tendencia hacia la regionalización productiva y comercial, extendiendo sus encadenamientos dentro y fuera de los bloques regionales y derivando en cadenas “genuinamente globales” (Los, Timmer y de Vries, 2015).

A nivel empírico, la investigación sobre las CGV ha venido creciendo de forma significativa en los últimos años, a lo que contribuye la creciente disponibilidad de fuentes de información. En este sentido, los desarrollos más recientes giran en torno al análisis input-output, del cual han derivado otras mediciones, como por ejemplo las de comercio en valor agregado (Koopman et al., 2010; Johnson y Noguera, 2012; Koopman, Wang y Wei, 2014).

3.2. Sistemas de innovación y participación en CGV: oportunidad para el upgrading medioambiental

El estudio realizado por Pietrobelli y Rabellotti (2011) apunta que los sistemas de innovación interactúan con las cadenas globales de valor de múltiples formas. En especial, pueden determinar el modo en que las empresas integradas en las CGV pueden aprovechar las oportunidades de aprendizaje en los mercados globales. Estas oportunidades están definidas

por la relación existente entre proveedores y clientes, atendiendo a los criterios de gobernanza de las CGV. Un sistema de innovación bien estructurado favorece las formas de gobernanza más colaborativas e igualitarias. En un contexto en el que los sistemas de innovación puedan favorecer la buena participación en el seno de las CGV, surgen mejores oportunidades de *upgrading* o mejora. Entre sus distintas categorías de mejora se encuentra el *upgrading* medioambiental, que se define como la mejora de la eficiencia medioambiental de la empresa a través de cualquier medida mediante la que se reduzca el consumo de algunos recursos y la generación de residuos, así como las emisiones al medio.

Aunque la literatura económica no coincide en si el comercio en general es positivo o negativo para el medioambiente, recientemente se han publicado estudios que abalan la potencialidad de las CGV como medio para disminuir el impacto medioambiental en un mundo globalizado.

Los estudios realizados por Khattak et al. (2015) y Achabou et al. (2017) están centrados en los casos de las industrias textil de Sri Lanka y olivera de Túnez respectivamente. En ambos casos, se encontraron indicios de mejora medioambiental derivados de la participación en las CGV, si bien fue en el caso de los productores textiles donde, gracias a la relación más cercana con los líderes de la cadena, los proveedores alcanzaron mejores resultados.

Este hecho apoya la idea de que un sistema de innovación bien estructurado favorece una mejor relación comprador-proveedor, creando mejores oportunidades de *upgrading*, beneficiando asimismo la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible sobre medioambiente (energía sostenible, acciones contra el cambio climático, ...) y sociedad (pobreza, trabajo decente, ...).

El estudio realizado por Liu et al. (2018b) muestra que la participación en las CGV conlleva a una reducción del impacto medioambiental a través de distintos mecanismos. Cuando una empresa comienza a participar en una CGV también comenzará a tener acceso a nueva tecnología, generalmente originaria de países desarrollados y más eficiente en términos energéticos –y, por ende, medioambientales–.

La producción menos lesiva y la reducción menos costosa (debido al ahorro energético) impulsan una mejora en la competitividad de la empresa que ayuda a mejorar su posición en las CGV, adoptando nuevas tareas y relocalizando geográficamente otras, iniciándose de nuevo el proceso. La colaboración de las administraciones públicas, así como de la Universidad y otros agentes similares, de forma conjunta con las empresas, puede favorecer la consecución de objetivos medioambientales y disminuir el daño sobre el medio natural, favoreciendo de este modo la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

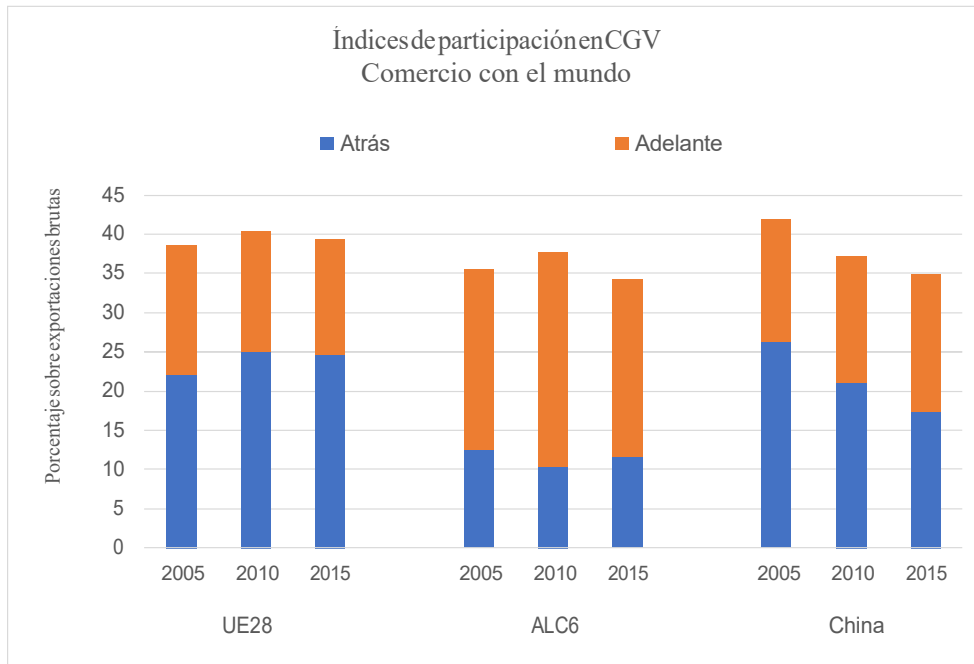
3.3. Cambios en la participación en CGV

El avance de las CGV constituye hoy en día un fenómeno generalizado, del que no escapa prácticamente ninguna economía. De hecho, una amplia lista de trabajos (OMC, 2014; Kowalski, Lopez Gonzalez, Ugarte y Ragoussis, 2015; Rodil, 2016; Puig y Rodil, 2018; entre otros) muestran un aumento continuado de la participación de la mayor parte de los países en las CGV durante el período 1995-2011, con base en información de comercio en valor agregado de la base de datos TiVA de la OCDE. Sin embargo, la reciente actualización de dicha base de datos (TiVA, versión de diciembre de 2018) ha puesto de manifiesto un cambio de tendencia de incidencia desigual. Ello también se refleja en la participación total en CGV de la UE28, de ALC6 y de China, tal como muestra el Gráfico 1, referido al período 2005-2015, y que diferencia las dos vertientes de encadenamientos productivos (hacia atrás y hacia

adelante).

Una primera observación de interés se refiere a la participación total en CGV, que en el caso de la UE28 se sitúa en el año 2015 en niveles próximos al 40%, cinco puntos por encima de la participación del grupo de países ALC6 y de China. En segundo lugar, las tres economías muestran una disminución de su participación entre los años 2010 y 2015, aunque en el caso de China esta tendencia declinante ya se venía produciendo desde antes de 2010. En tercer lugar, desde la óptica del tipo de encadenamientos productivos predominantes, se observan pautas claramente diferenciadas, con predominio creciente de la inserción hacia atrás en el caso de la UE28 y de la inserción hacia adelante en el caso de ALC6. Por su parte, China presenta en 2015 una posición relativamente equilibrada, después de haber reducido entre 2005 y 2015 la participación del valor agregado foráneo en sus exportaciones brutas. Esto último se enmarca en una estrategia de escalamiento que se materializa en la progresiva sustitución de valor agregado de origen foráneo por valor agregado de origen doméstico (chino).

Gráfico 1. Evolución comparada (China, UE28, ALC6) de la participación en CGV. Comercio con el mundo. 2005-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos TiVA (OCDE)

3.4. Las CGV desde la óptica del desarrollo sostenible

Si bien es cierto que no se puede responsabilizar directamente a las CGV de la magnitud de estas emisiones de CO₂, es importante su cuantificación con el objeto de incorporar nuevos elementos al análisis del papel de las CGV desde una perspectiva que incluya los objetivos de desarrollo sostenible. De hecho, algunos trabajos recientes incluyen aspectos tales como el escalamiento o *upgrading* medioambiental en sus análisis (Poulsen, Ponte y Sornn-Friese, 2018). Desde una perspectiva general, conviene tener presente que la fragmentación productiva internacional se ha venido desarrollando fundamentalmente conforme a motivaciones de carácter económico y tecnológico que han promovido el aprovechamiento de muy diferentes

tipos de ventajas. Sin embargo, las consideraciones de tipo medioambiental han operado más bien como una restricción a superar, operando en muchos casos como un mecanismo de selección adversa que ha favorecido la deslocalización productiva hacia territorios con condiciones y legislaciones más laxas en esta materia. Es por ello por lo que en este trabajo se parte del hecho de que cada actividad productiva incorpora un volumen concreto de emisiones de CO₂, pudiendo efectuarse una estimación del volumen de emisiones asociado a los flujos relativos a la participación en CGV.

Para poder cuantificar esta doble dimensión, económica (valor agregado) y medioambiental (CO₂), incorporada en los flujos comerciales vinculados a la participación en CGV, se procedió de acuerdo con los aspectos señalados en el apartado metodológico. Como primer paso, se descompusieron las exportaciones brutas que tienen lugar entre las tres economías objeto de estudio, considerando en particular el contenido de valor agregado doméstico que incorpora cada flujo de comercio bilateral (expresado en millones de dólares), así como el porcentaje de este que se incorpora a las exportaciones brutas del país o grupo de países socios. Esta medición se realizó tanto a nivel agregado como desagregada por sectores.

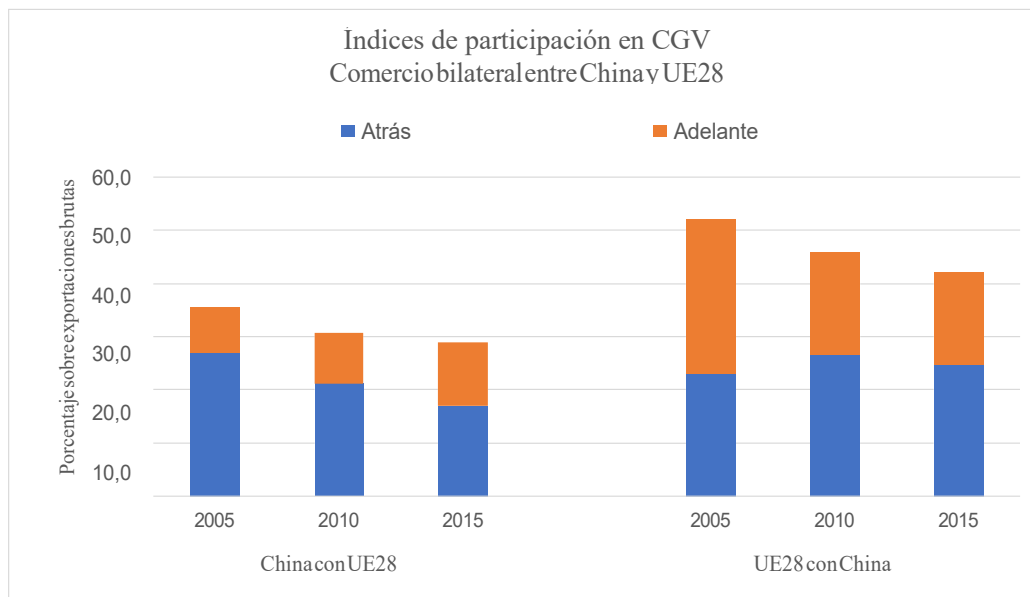
En segundo lugar, se procedió al cálculo de los coeficientes sectoriales de intensidad de emisiones de CO₂ (expresados en toneladas CO₂/miles de dólares) a partir de la información relativa al volumen total de emisiones de CO₂ de cada sector y país (expresado en toneladas de CO₂) y del valor de su producción total (expresado en miles de dólares). Este procedimiento fue aplicado a un total de 21 sectores, cuyos resultados se incluyen en el siguiente apartado y dan buena muestra de la heterogeneidad sectorial y espacial existente.

Finalmente, en tercer lugar, se realizó la estimación de las emisiones de CO₂ asociadas a los flujos de valor agregado doméstico incorporados en las exportaciones brutas de cada sector y país multiplicando su valor por los coeficientes de intensidad sectorial calculados anteriormente. De este modo, se obtuvo una medición del CO₂ vinculado a la participación conjunta en CGV, que permite observar las CGV desde una perspectiva más acorde con los objetivos de desarrollo sostenible. Esta perspectiva ofrece una visión más receptiva a las necesidades de medición del impacto de dichas cadenas productivas en términos de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

4. Resultados, discusión y análisis.

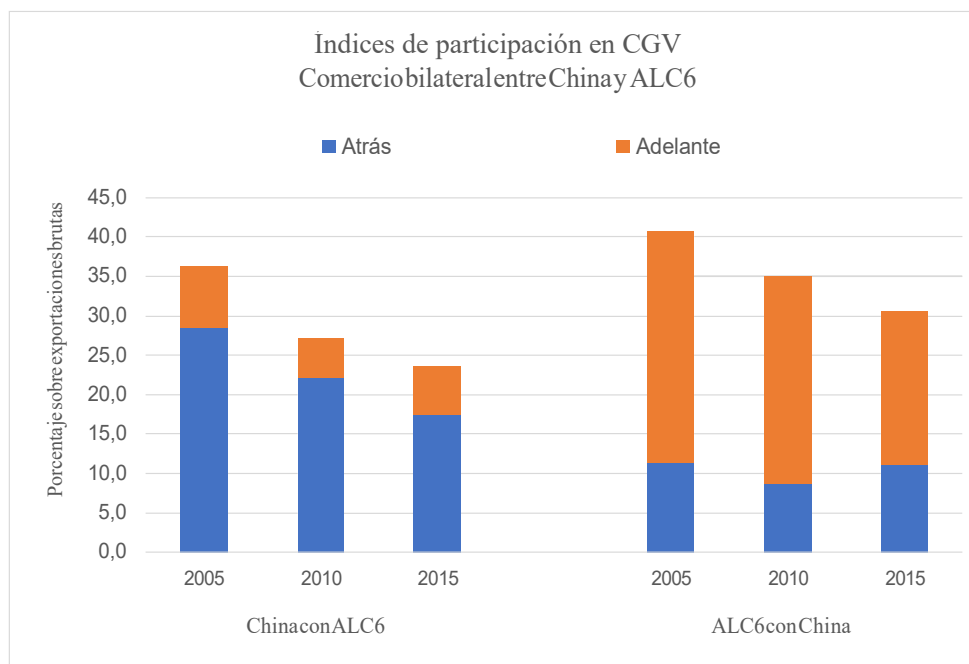
Si se atiende a las relaciones bilaterales entre China, la UE28 y ALC6, los Gráficos 2, 3 y 4 revelan que la presencia de flujos asociados a la participación en CGV ha seguido, en líneas generales, una tendencia a la reducción, con la única excepción de ALC6 en lo que respecta a sus relaciones comerciales con UE28 (Gráfico 4). Junto a este patrón evolutivo, destaca el predominio de la participación hacia atrás tanto en China como en la UE28, aunque siguiendo tendencias contrapuestas: decreciente en China y creciente en la UE28. En el caso del grupo de países ALC6, se observa una clara preponderancia de la participación hacia adelante tanto en sus relaciones con China (Gráfico 3) como con la UE28 (Gráfico 4), observando en este último caso una profundización en este tipo de encadenamientos.

Gráfico 2. Evolución de la participación en CGV. Comercio bilateral entre China y UE28. 2005-2015



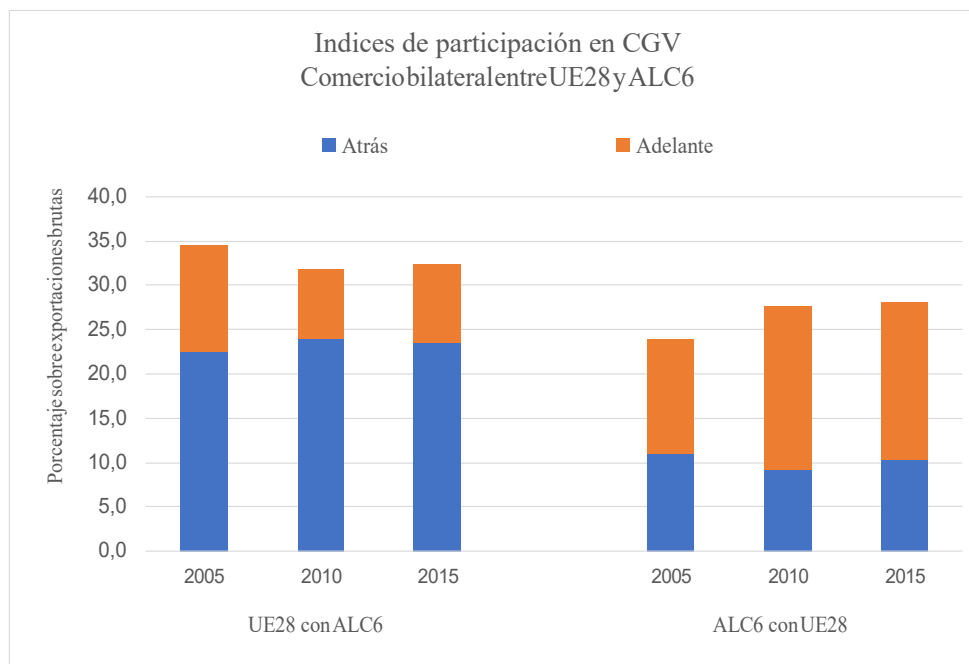
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos TiVA (OCDE)

Gráfico 3. Evolución de la participación en CGV. Comercio bilateral entre China y ALC6. 2005-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos TiVA (OCDE)

Gráfico 4. Evolución de la participación en CGV. Comercio bilateral entre UE28 y ALC6. 2005-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos TiVA (OCDE)

Siguiendo las pautas señaladas en el apartado anterior, se procedió a la descomposición de las exportaciones brutas bilaterales atendiendo al origen del valor agregado que incorporan. Se presentan a modo de síntesis en la Tabla 2 los datos agregados. De los tres marcos de relación bilateral considerados, el que contiene un mayor volumen de flujos de valor agregado de origen interno (doméstico) vinculado a CGV es el formado por China y la UE28, que concentran en el año 2015 en torno a 2/3 del volumen total. En concreto, dicho valor correspondiente al binomio China- UE28 asciende en ese mismo año a un total de 93.838,4 millones de dólares, siendo la UE28 la que incorpora tanto un mayor volumen (52.254,9 millones de dólares frente a los 41.583,5 de China) como importancia relativa (23,3% del valor agregado doméstico exportado por la UE28 a China, frente al 14,2% del exportado por China a la UE28).

Las otras dos relaciones bilaterales (China-ALC6 y UE28-ALC6) presentan cifras absolutas similares de valor agregado doméstico vinculado a CGV (en torno a los 22.000 millones de dólares en cada caso), que suponen conjuntamente menos de la mitad que en el caso anterior (China-UE28). Otro aspecto destacable se refiere a los cambios observados en la importancia relativa de estos flujos asociados a CGV. En este sentido, únicamente experimentan un creciente peso de estos flujos sobre sus respectivas exportaciones de valor agregado doméstico China y ALC6 en sus exportaciones a la UE28, mientras que muestran una tendencia declinante en términos relativos la UE28, tanto en sus exportaciones a China como a ALC6, como los intercambios entre China y ALC6.

Tabla 2. Valor agregado doméstico exportado y reexportado. 2005-2015

Origen ⇒ Destino	2005		2010		2015	
	VAD ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	VAD ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	VAD ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
China ⇒ UE28	10.906,8	11,6%	26.535,2	12,1%	41.583,5	14,2%
UE28 ⇒ China	24.153,1	37,6%	35.336,6	26,4%	52.254,9	23,3%
China ⇒ ALC6	1.070,7	10,9%	2.972,5	6,5%	5.581,8	7,5%
ALC6 ⇒ China	5.637,0	33,1%	17.248,5	28,9%	16.703,7	21,9%
UE28 ⇒ ALC6	6.317,1	15,5%	8.052,5	10,2%	10.383,9	11,7%
ALC6 ⇒ UE28	7.556,6	14,5%	16.470,2	20,2%	12.488,2	19,8%

Nota: ⁽¹⁾ valor agregado doméstico exportado al país de destino y reexportado por este último (en millones de dólares)

⁽²⁾ porcentaje (%) que representa el valor agregado doméstico exportado al país de destino y reexportado por este último sobre el valor agregado doméstico total exportado por el país de origen al país de destino

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos TiVA (OCDE)

Como se indicó anteriormente, con la finalidad de estimar el volumen de emisiones de CO₂ asociadas a estos flujos bilaterales, se hizo necesario calcular previamente los coeficientes sectoriales de intensidad de emisiones a partir de los datos de volumen absoluto de emisiones de CO₂ y del valor de la producción de cada sector. En la Tabla 3 se presenta el resultado de dichos cálculos para los 21 sectores considerados.

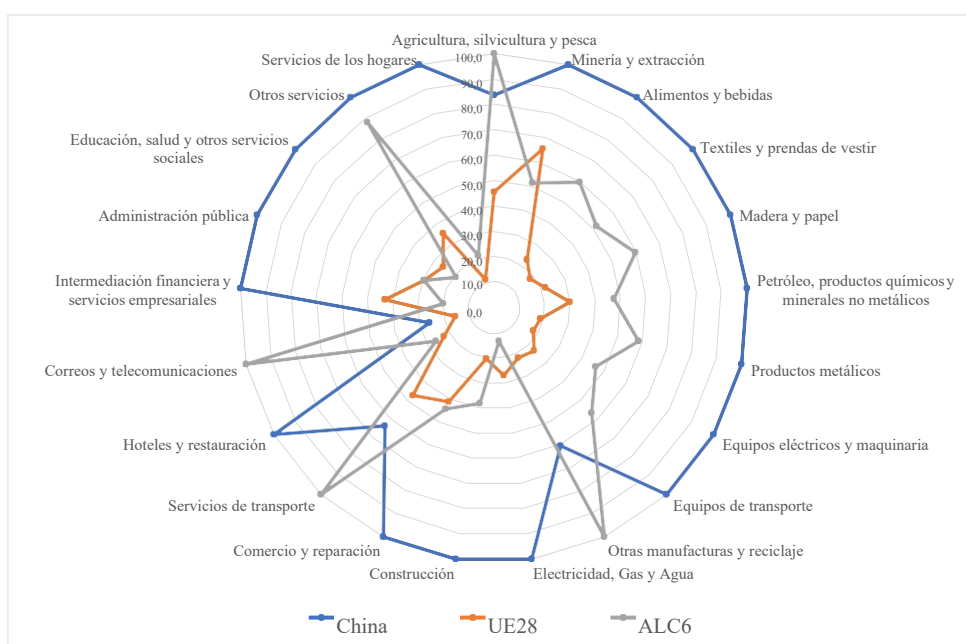
Tabla 3. Coeficientes sectoriales de intensidad de emisiones de CO₂. 2005-2015 (datos en toneladas de CO₂ por cada 1000 dólares)

Sectores	2005			2010			2015		
	China	UE28	ALC6	China	UE28	ALC6	China	UE28	ALC6
Agricultura, silvicultura y pesca	0,121	0,047	0,090	0,053	0,031	0,056	0,046	0,025	0,055
Minería y extracción	0,369	0,176	0,205	0,213	0,162	0,099	0,199	0,130	0,102
Alimentos y bebidas	0,374	0,063	0,183	0,180	0,043	0,096	0,152	0,035	0,091
Textiles y prendas de vestir	0,397	0,058	0,170	0,193	0,039	0,091	0,169	0,031	0,087
Madera y papel	0,354	0,056	0,158	0,169	0,038	0,088	0,142	0,031	0,085
Petróleo, productos químicos y minerales no metálicos	1,285	0,264	0,483	0,599	0,191	0,252	0,519	0,156	0,246
Productos metálicos	0,532	0,076	0,259	0,248	0,052	0,130	0,223	0,042	0,130
Equipos eléctricos y maquinaria	0,390	0,052	0,143	0,192	0,036	0,074	0,156	0,028	0,072
Equipos de transporte	0,390	0,062	0,173	0,188	0,043	0,088	0,151	0,035	0,085
Otras manufacturas y reciclaje	0,196	0,075	0,349	0,125	0,047	0,175	0,102	0,037	0,169
Electricidad, Gas y Agua	13,043	2,775	1,331	6,462	1,884	0,756	5,714	1,532	0,758
Construcción	0,397	0,050	0,113	0,173	0,035	0,057	0,139	0,028	0,053
Comercio y reparación	0,081	0,022	0,027	0,039	0,017	0,015	0,034	0,014	0,015
Servicios de transporte	1,718	0,927	2,140	0,908	0,673	1,165	0,729	0,540	1,152
Hoteles y restauración	0,132	0,021	0,029	0,065	0,015	0,015	0,053	0,012	0,014
Correos y telecomunicaciones	0,076	0,024	0,169	0,032	0,019	0,091	0,025	0,015	0,096
Intermediación financiera y servicios empresariales	0,100	0,024	0,014	0,044	0,018	0,008	0,035	0,015	0,007
Administración pública	0,115	0,016	0,021	0,043	0,012	0,010	0,034	0,010	0,010
Educación, salud y otros servicios sociales	0,116	0,018	0,020	0,058	0,014	0,010	0,047	0,012	0,009
Otros servicios	0,115	0,021	0,058	0,043	0,015	0,031	0,034	0,012	0,030
Servicios de los hogares	0,157	0,016	0,017	0,076	0,009	0,013	0,061	0,007	0,013

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos EORA

Estos resultados obtenidos a nivel sectorial ofrecen dos observaciones de interés. En primer lugar, desde una perspectiva temporal, se observa una tendencia generalizada a la reducción de los coeficientes de intensidad de emisiones de CO₂, fruto de la progresiva incorporación de criterios de sustentabilidad en los procesos productivos (Tabla 3). En segundo lugar, desde una perspectiva geográfica comparada, se observan en general coeficientes de intensidad de emisiones sensiblemente más elevados en China y ALC6 que en la UE28; lo cual refleja todavía la persistencia de importantes disparidades internacionales. De hecho, en 17 de los 21 sectores considerados China presenta el coeficiente de intensidad de emisiones más alto (valor máximo del índice=100), mientras que en los 4 restantes es ALC6 el grupo que ostenta dicha posición (Gráfico 5).

Gráfico 5. Análisis comparado de la intensidad de emisiones de CO₂ por sectores. 2015 (coeficiente máximo=100)



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos EORA

De acuerdo con lo señalado en los apartados precedentes, a partir de la información relativa a los flujos bilaterales de valor agregado exportado y reexportado y de los coeficientes sectoriales de intensidad de emisiones de CO₂, se procedió a la estimación del volumen de emisiones de CO₂ asociado a dichos flujos que se vinculan a la participación en CGV. La Tabla 4 muestra, de forma agregada, los resultados obtenidos mediante este procedimiento de estimación, atribuidos a cada marco de relaciones bilaterales.

Tabla 4. Emisiones de CO2 asociadas al valor agregado doméstico exportado y reexportado. 2005-2015

Origen ⇒ Destino	2005		2010		2015	
	CO2 ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	CO2 ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	CO2 ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
China ⇒ UE28	12.420,8	23,8%	12.587,3	22,5%	16.357,5	25,4%
UE28 ⇒ China	5.788,3	49,5%	5.835,1	43,3%	5.977,5	34,9%
China ⇒ ALC6	1.335,0	21,8%	1.553,0	12,0%	2.396,7	13,4%
ALC6 ⇒ China	1.881,7	34,6%	2.869,0	31,7%	2.826,0	26,0%
UE28 ⇒ ALC6	1.792,2	21,4%	1.469,2	15,4%	1.256,2	14,9%
ALC6 ⇒ UE28	2.501,3	15,2%	2.703,9	23,0%	2.068,3	22,6%

⁽¹⁾ emisiones de CO2 asociadas al valor agregado doméstico exportado al país de destino y reexportado por este último (en miles de toneladas)

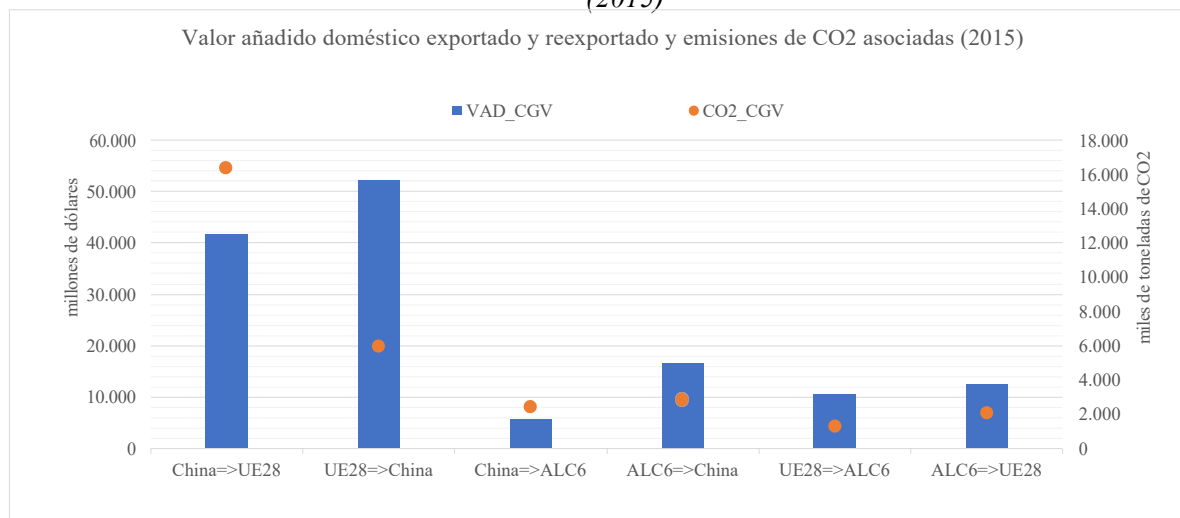
⁽²⁾ porcentaje (%) que representan las emisiones de CO2 asociadas al valor agregado doméstico exportado al país de destino y reexportado por este último sobre el volumen de emisiones de CO2 asociadas al valor agregado doméstico total exportado por el país de origen al país de destino

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos EORA

Los datos ponen de manifiesto, en primer lugar, el elevado peso del binomio formado por China y la UE28, cuyos flujos bilaterales asociados incorporan en el año 2015 un volumen de emisiones de 22,3 millones de toneladas de CO2, que suponen el 72,3% del volumen total del conjunto de los tres marcos de relación bilateral considerados. En segundo lugar, cabe destacar en todos los casos la mayor importancia relativa que representan las emisiones de CO2 de los flujos vinculados a CGV (Tabla 4) en comparación con su peso relativo en términos monetarios (Tabla 3).

Como corolario del análisis realizado, el Gráfico 6 muestra la asimetría existente entre las dos perspectivas de medición de los flujos vinculados a CGV: valor monetario versus volumen de emisiones de CO2. Esta asimetría se hace especialmente patente en el caso de los flujos con origen en la UE28, que adquieren mayor importancia (casi el doble en términos relativos) cuando estos se consideran en términos monetarios que cuando se expresan en términos de emisiones de CO2. Por el contrario, los flujos con origen en China adquieren una mayor notoriedad (casi el doble en términos relativos) cuando estos se expresan en términos de emisiones de CO2 en vez de por su valor monetario. En el caso de los países de ALC6, la asimetría se manifiesta con una mayor importancia de los flujos vinculados a CGV expresados en valor monetario (en torno a un 30% mayor) que cuando estos mismos flujos se expresan en forma de emisiones de CO2.

Gráfico 6. Valor agregado doméstico exportado y reexportado y emisiones de CO2 asociadas (2015)



VAD_CGV: valor agregado doméstico vinculado a la participación en CGV (exportado y reexportado)

CO2_CGV: emisiones de CO2 vinculadas a la participación en CGV (estimación propia)

Fuente: Elaboración propia a partir de las bases de datos TiVA (OCDE) y EORA

A modo de reflexión final, estos resultados hacen necesario plantearse en qué medida la dirección de las CGV, marcada fundamentalmente por criterios económicos y empresariales, transcurre totalmente ajena al objetivo de disminución de las emisiones de CO2. Dicho de otro modo, el “*dónde se produce*” no solo tiene implicaciones en términos monetarios sino también en términos medioambientales, y no siempre ambos objetivos son convergentes.

En cualquier caso, debe considerarse que el análisis anterior omite el impacto adicional de emisiones de CO2 correspondiente al transporte de las mercancías incorporadas en estos flujos comerciales y que dependen de factores tales como el peso, la distancia y el modo de transporte.

5. Conclusiones

El fenómeno de las CGV ha dado lugar en la última década a una profusa serie de trabajos teóricos y empíricos que ha puesto de manifiesto no solo su avance a escala mundial sino también la existencia de notables disparidades en las pautas de participación de los países. Datos recientes muestran, sin embargo, un cambio de tendencia en los últimos años que se manifiesta en una disminución de la participación en CGV. Si bien esta tendencia es compartida por las tres grandes economías analizadas en este trabajo (China, UE28 y ALC6), China es la que la experimenta con mayor intensidad debido fundamentalmente a la progresiva sustitución de valor agregado foráneo en sus exportaciones por valor agregado doméstico (*upgrading*). Los resultados muestran que esta tendencia declinante en la participación en CGV también afecta en general a la participación conjunta en el marco de los tres marcos de relación bilateral que conforman estas tres economías. Por otro lado, la consideración de los objetivos de desarrollo sostenible hace cada vez más necesaria la introducción de nuevas perspectivas de análisis que permitan capturar la incidencia de las CGV en términos extraeconómicos, como es

el volumen de emisiones de CO₂ asociadas. De acuerdo con el procedimiento de estimación seguido en este trabajo, mediante el cálculo y aplicación de coeficientes sectoriales de intensidad de emisiones de CO₂, se observa una fuerte asimetría en la importancia de la participación (en particular de China y la UE28) en CGV en función de cómo esta sea medida: de acuerdo con el valor monetario o según el volumen de emisiones de CO₂ asociado a su producción. En este sentido y a pesar de la progresiva reducción en la intensidad de emisiones, consecuencia tanto de mejoras tecnológicas como de regulaciones de carácter medioambiental, la participación de China en CGV adquiere mayor notoriedad (prácticamente duplica su importancia) cuando esta se mide en términos de emisiones de CO₂. Lo contrario sucede con la participación de la UE28 y en menor medida con ALC6, cuyos pesos en términos de emisiones de CO₂ rebajan sustancialmente las dimensiones apreciadas en términos monetarios.

En última instancia, estos resultados refuerzan la gran importancia que pueden adquirir los sistemas de innovación para la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible sobre medioambiente y sociedad. En particular, un sistema de innovación bien estructurado puede favorecer una mejor relación entre empresas proveedoras y compradoras, creando mejores oportunidades de *upgrading* medioambiental, beneficiando asimismo la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. Por último, debe señalarse que el análisis aquí realizado supone un avance en la consideración de la fragmentación productiva internacional desde una perspectiva concurrente con los objetivos de desarrollo sustentable, al ofrecer una visión de la participación en CGV teniendo en cuenta las emisiones de CO₂ asociadas al contenido de los flujos que la protagonizan. No obstante, este aporte requiere de desarrollos adicionales que permitan incorporar, como segundo vector, también las emisiones de CO₂ directamente atribuidas al transporte que conllevan dichos flujos comerciales, aunque su estimación queda fuera de los objetivos del presente trabajo y se plantea como una futura extensión de esta línea de investigación.

6. Referencias

- Achabou, M. A., Dekhili, S., & Hamdoun, M. (2017). Environmental Upgrading of Developing Country Firms in Global Value Chains. *Business Strategy and the Environment*, 26(2), 224-238. doi:<https://doi.org/10.1002/bse.1911>
- Arndt, S., & Kierzkowski, H. (2001). *Fragmentation: new production patterns in the world economy*. Oxford University Press.
- Bair, J. (2005). Global Capitalism and Commodity Chains: Looking Back, Going Forward. *Competition Change*, 9(2), 153-180.
- Cheng, H., Dong, S., Li, F., Yang, Y., Li, S., & Li, Y. (2018). Multiregional Input-Output Analysis of Spatial-Temporal Evolution Driving Force for Carbon Emissions Embodied in Interprovincial Trade and Optimization Policies: Case Study of Northeast Industrial District in China. *Environmental Science y Technology*, 52(1), 346-358. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04608>
- Dunning, J. H. (1979). Explaining Changing Patterns of International Production: In Defence of the Eclectic Theory. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 41(4), 269-295.
- Gereffi, G. (1994). The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks. En G. Gereffi, & M. Korzeniewicz, *Commodity Chains and Global Capitalism* (pp. 95-122). Westport, CT: Praeger.
- Hopkins, T. K., & Wallerstein, I. (1986). Commodity Chains in the World-Economy Prior to 1800. *Review (Fernand Braudel Center)*, 10(1), 157-170.
- Huang, M., Chen, Y., & Zhang, Y. (2018). Assessing Carbon Footprint and Inter-Regional Carbon Transfer in China Based on a Multi-Regional Input-Output Model. *Sustainability*, 10(12), 4626. doi:<https://doi.org/10.3390/su10124626>

- Humphrey, J., & Schmitz, H. (2001). Governance in Global Value Chains. *IDS Bulletin*, 32(3), 19-29.
- Johnson, R. C., & Noguera, G. (2012). Accounting for Intermediate Production Sharing and Trade in Value Added. *Journal of International Economics*, 86(2), 224–36.
- Khattak, A., Stringer, C., Benson-Rea, M., & Haworth, N. (2015). Environmental upgrading of apparel firms in global value chains: Evidence from Sri Lanka. *Competition & Change*, 19(4), 317-335. doi:<https://doi.org/10.1177/1024529415581972>
- Koopman, R., Powers, W., Wang, Z., & Wei, S.-J. (2010). *Give credit where credit is due: Tracing value added in global production chains*. Working Paper 16426, National Bureau of Economic Research.
- Koopman, R., Wang, Z., & Wei, S.-J. (2014). Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports. *American Economic Review*, 104(2), 259–94.
- Kowalski, P., Lopez Gonzalez, J., Ugarte, C., & Ragoussis, A. (2015). *Participation of developing countries in global value chains*, (Vol. 179). OECD Trade Policy Papers.
- Leontief, W. (1970). Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach. *The Review of Economics and Statistics*, 52(3), 262-271. doi:<https://doi.org/10.2307/1926294>
- Liu, B., Wang, D., Xu, Y., Liu, C., & Luther, M. (2018a). A multi-regional input–output analysis of energy embodied in international trade of construction goods and services. *Journal of Cleaner Production*, 201, 439-451. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.024>
- Liu, H., & Fan, X. (2017). Value-Added-Based Accounting of CO2 Emissions: A Multi-Regional Input-Output Approach. *Sustainability*, 9(12), 2220. doi:<https://doi.org/10.3390/su9122220>
- Liu, H., Li, J., Long, H., Li, Z., & Le, C. (2018b). Promoting energy and environmental efficiency within a positive feedback loop: Insights from global value chain. *Energy Policy*, 121, 175-184. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.024>
- Los, B., Timmer, M. P., & de Vries, G. J. (2015). How global are global value chains? A new approach to measure international fragmentation. *Journal of Regional Science*, 55, 66-92.
- Martinez, S., Delgado, M., Martinez Marin, R., & Alvarez, S. (2018). The Environmental Footprint of the end-of-life phase of a dam through a hybrid-MRIO analysis. *Building and Environment*, 146, 143-151. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.049>
- Organización Mundial del Comercio. (2014). *Informe sobre el Comercio Mundial 2014. Comercio y desarrollo: tendencias recientes y función de la OMC*. Ginebra: Secretaría de la Organización Mundial del Comercio.
- Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2011). Global Value Chains Meet Innovation Systems: Are There Learning Opportunities for Developing Countries? 39(7), 1261-1269. doi:<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.05.013>
- Poulsen, R. T., Ponte, S., & Sornn-Friese, H. (2018). Environmental upgrading in global value chains: The potential and limitations of ports in the greening of maritime transport. *Geoforum*, 89, 83-95.
- Puig, A., & Rodil, O. (2018). La inserción de los países de la Unión Europea en las cadenas de valor globales: tendencias e implicaciones para la política. En A. Sánchez, & J. A. Tomás, *Política Económica 2017* (pp. 137-153). Valencia: Tirant lo Blanch.
- Rodil, O. (2016). La inserción conjunta de América Latina y China en las cadenas globales de valor. *Comercio Exterior*, 7, 9-23.
- Steinmann, Z., Schipper, A. M., Stadler, K., Koning, A., Tukker, A., & Huijbregts, M. (2018). Headline Environmental Indicators Revisited with the Global Multi-Regional Input-Output Database EXIOBASE. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 565-573. doi:<https://doi.org/10.1111/jiec.12694>
- Tarne, P., Lehmann, A., & Finkbeiner, M. (2018). A comparison of Multi-Regional Input-Output databases regarding transaction structure and supply chain analysis. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1486-1500. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.082>
- Tsagkari, M., Gaona, A., Gonzalez, J. F., & Järvinen, J. (2018). The evolution of carbon dioxide emissions embodied in international trade in Poland: An input-output approach. *Environmental yamp; Socio-Economic Studies*, 6(3), 36-43. doi:<https://doi.org/10.2478/environ-2018-0021>

7. Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del Gobierno de España (AEI) a través del Proyecto “La estrategia europea de transición a la economía circular: un análisis jurídico prospectivo y cambios en las cadenas globales de valor” (ECO2017-87142-C2-1-R). Los autores son miembros del Grupo de Investigación de Referencia Competitiva ICEDE (ED-431C 2018/23) y de la Agrupación Estratégica CRETUS (ED431E 2018/01). Estos programas están cofinanciados por FEDER (UE).

Análisis de redes sociales de los actores que conforman la cadena productiva del café en la región de Antioquia en un sistema regional de innovación

Digna Peña Curieux
Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia
digna.pena@upb.edu.co

Resumen

Las relaciones sociales son determinadas por los vínculos que surgen entre un conjunto de actores en un contexto y estos pueden llegar a favorecer la cohesión del sistema. Por lo anterior, esta investigación pretende analizar las dinámicas relacionales entre los actores que conforman la Cadena Productiva del Café en la Región de Antioquia (en lo sucesivo CPCA) a lo largo del tiempo en las cuatro zonas de estudio. Desde el Análisis de Redes Sociales se establecieron las tipologías de los relacionamientos, propiedades y características de los vínculos. Adicionalmente, el análisis de las medidas de centralidad de los actores permitió evaluar aspectos posicionales y establecer qué actores son considerados como *Technological Gatekeeper* (en lo sucesivo *TG*) y que pueden llegar a ejercer influencia en el desarrollo tecnológico y promover la articulación de la red. Los resultados obtenidos, desde la evidencia empírica concluyen que, en tres períodos de tiempo; el actor que presenta mayores vínculos o conexiones es el productor agropecuario. Por su parte, los *TG* son nodos centrales en el proceso de interacción entre los otros actores en la CPCA, al estar de manera permanente en contacto con el exterior y presentar mayores niveles de relacionamiento interno o externo; actuando como puente: promoviendo y siendo facilitadores en el proceso de innovación del conocimiento, la información y nueva tecnología en la CPCA o como portero: limitando lo que entra a la CPCA en un Sistema Regional de Innovación.

Palabras Claves

Technological Gatekeeper, Análisis de Redes Sociales, Relacionamiento, Cadena Productiva del Café, Sistema Regional de Innovación.

1. Introducción

El Análisis de Redes Sociales (en lo sucesivo ARS) ha sido abordado por diversos autores que coinciden en la importancia de seguir investigando y aplicando en las ciencias sociales y otras áreas del conocimiento desde la matemática, la estadística y la informática; de forma interdisciplinaria. Se define el ARS como el estudio de las interacciones entre las unidades sociales, los cuales se puede abordar según su concepto, métodos y aplicaciones (Wasserman & Faust, 2013). Dichas interacciones no se dan según el comportamiento individual de cada miembro, sino entre los miembros de la red.

Otra forma de abordar el concepto de ARS es desde su utilidad, dado que permite a través de la modelización de las relaciones, establecer posibles estructuras del grupo que la conforma y poder hacer una descripción de las mismas; entendiendo que una red social se define como el conjunto de actores y lazos que hay entre ellos. Para poder entender su verdadera naturaleza y alcance se abordarán los principales conceptos fundamentales que conforman en ARS, (Wasserman & Faust, 2013).

El término Sistema Regional de Innovación (en lo sucesivo SRI) se originó a inicios de los años noventa posterior a los Sistema Nacional de Innovación. Los SRI se consideran como un sistema conformado por otros subsistemas (Cooke, Heidenreich, & Braczyk, 2004) como empresas, instituciones, laboratorios públicos, universidades, organizaciones de transferencia de tecnología, incubadoras, inversores, entrenadores y otros intermediarios; que pueden promover el desarrollo y fortalecimiento regional; desde el conocimiento como generador y explotador (Cooke, Gómez, & Etxebarria, 1997) hasta un proceso de aprendizaje interactivo, Lundvall, (1992).

En el proceso de innovación, según su rol los TG son los primeros en identificar, interpretar, absorber y difundir (Tushman & Katz, 1980); el conocimiento, la información y la tecnología en la CPCA.

Cooke P., (1992), lo abordó desde la comparación entre países o regiones según su enfoque de innovación, partiendo de sus diferencias regionales. Posteriormente (Cooke, Gómez, & Etxebarria, 1997), exploraron las dimensiones institucionales y organizativas que pueden tener los SRI desde la economía evolutiva. También existen autores, que conciben los SRI desde diferentes enfoques, (Morgan, 1997), lo concibe como una región de aprendizaje desde un modelo interactivo de innovación; Asheim y Gertler, (2004; 2005), destacan la importancia de la proximidad espacial en el proceso de innovación; Cooke, Heidenreich, & Braczyk, (2004), relatan la teoría y construcción empírica de los SRI. Por otra parte, Asheim, et al., (2007), proponen al conocimiento como una ventaja global o territorial para la innovación y competitividad. Finalmente, Chaminade & Vang, (2007), establecen un contexto desde las Pymes asiáticas y las políticas de innovación.

Desde el análisis de redes sociales se establecieron tipologías de los relacionamientos, propiedades y características de los vínculos que conforman los actores en la cadena productiva del café en Antioquia, las cuales se describen a continuación:

2. Contextualización del sistema

Se considera que el Sector Cafetero en Colombia ha representado a lo largo de los años, un desarrollo y crecimiento importante para la economía del país, para el sustento del cafetero, sus familias y para las organizaciones que intervienen en el proceso de producción y consumo de café. La cobertura e impacto económico que representa el Sector Cafetero en Colombia se puede confirmar por su radio de acción, el cual involucra a más de 550.000 familias cafeteras en 590 Municipios y 22 Departamentos cafeteros; en más de 900.000 hectáreas de café de los 32 que tiene Colombia. Por otra parte, si se hace referencia al volumen de sacos de producción anual, estos son de 14 millones de pesos colombianos (COP) que generan unas utilidades de 8 billones de COP anuales por cosecha. Así mismo, en el ámbito laboral, genera más de 800.000 empleos directos sin contar con los 2.7 millones de personas que dependen de manera indirecta del café en el país (Federación Nacional de Cafeteros de Antioquia, 2019).

El sector cafetero en Colombia incluye un gran número de organizaciones que bajo diferentes dimensiones nutre el sector por las diferentes acciones, investigaciones, conocimiento, habilidades e innovaciones en producto, proceso, organizacional y mercadeo o marketing (OECD & EUROSTAT, 2005), que lideran y van encaminadas en fortalecer el desarrollo tecnológico, científico y técnico agropecuario, como son (Cenicafé, Agrosavia, MinAgricultura, MinCit, & la FNC), entre otras.

La región de Antioquia está ubicada al noroccidente del territorio en Colombia con una extensión de tierra de 63.612 k² (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2007). Está dividida por las zonas de Bajo Cauca, Magdalena Medio, Nordeste, Norte, Occidente, Oriente, Suroeste, Urabá y Valle de Aburrá (Gobernación de Antioquia, 2019), cuenta con 80.000 mil familias cafeteras de los 94 Municipios cafeteros de Colombia. Esta representa el 75% del total nacional. Existen más de 123.000 mil hectáreas sembradas de café, con más de 2700 veredas cafeteras representado en un 15% de la producción nacional donde las cosechas anuales generan 1.3 billones de pesos (Federación Nacional de Cafeteros de Antioquia, 2019). En la Figura 1 a continuación, se presentan las zonas en que está dividida la región de Antioquia.

Figura 1. Mapa Departamento de Antioquia por subregiones y zonas



Fuente: Tomado y adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros Antioquia, 2019)

3. Metodología en la recogida de datos longitudinales y medición

Dada la relevancia de poder determinar cómo ha cambiado el desarrollo tecnológico en los eslabones de la CPCA y conocer su dinámica en el tiempo, se abordarán varias redes y sus actores para describir la influencia que han tenido actualmente, hace cinco y diez años. Por otra parte, también se buscará hacer posibles estimaciones del sector cafetero en Colombia en cada una de las variables, según su relacionamiento desde la estructura y las perspectivas, mediante el análisis de las relaciones entre los actores, desde la variable dependiente: el desarrollo tecnológico. Los nodos son los actores de la CPCA. Estos actores pueden tener un

doble rol o más de uno como personas, organizaciones y/o entidades colectivas, pero se abordará desde el más relevante o representativo.

En la Figura 2 a continuación, se presentan los eslabones que conforman la CPCA.

Figura 2. Cadena productiva del café de la región de Antioquia



Fuente: Elaboración propia.

El lazo relacional es la CPCA. Las cooperativas de caficultores de las zonas de Salgar, Occidente y Antioquia, tuvieron un papel fundamental para poder recoger los datos, dado el acceso y contacto con los actores. La recolección se realizó mediante el uso de la metodología de muestreo bola de nieve no probabilístico. Las relaciones serán no valoradas y no dirigidas, donde el lazo o relación, no arroja dirección, es decir no es de ida o vuelta. La justificación es que se conocía con quién se relacionaba el actor encuestado, pero no se tenía acceso a preguntar a los otros actores que dio como respuesta el actor entrevistado, de los actores con los que se relacionaban.

4. Descripción del conjunto de actores

Los actores que conforman la CPCA son 17 clasificados entre: productor agropecuario, proveedor directo, proveedor indirecto, transformador, comprador, cooperativa, institución privada, institución pública, institución educativa, extensionista, investigador(a)/ profesor(a)/ agrónomo(a), de aquí en adelante (I/P/A), intermediario, exportador, comité municipal, comité departamental, comité nacional y los consumidores.

Los productores agropecuarios son las personas que se dedican al cultivo del café (RAE, 2018). Se toma como referencia las categorías que establece la (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018), quien los clasifica como productor pequeño¹ los cuales tienen hasta 5 ha², medianos de 5 a 15 ha y grandes con más de 15 ha.

El Proveedor Directo e Indirecto se divide en la persona u organización que suministra semilla e insumo certificada y sin certificar. En el caso del proveedor indirecto suministran

¹ Clasificación hasta el 30 de abril del 2018. A partir de diciembre del 2018 esta asignación cambió.

² ha = hectáreas del total de café cultivado en la finca, parcela o terreno. 1 ha equivale a 10 000 metros cuadrados m². (FNC, 2019)

equipos, herramientas y maquinaria tradicional y especializada.

Los transformadores de trillado y de secado según la (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018) son las personas, organizaciones o empresas, que se dedican al proceso de transformación de la materia prima para obtener el grano verde de café. Se abordará el transformado trillado y secado de café tradicional y especializado.

Los compradores son los que realizan la compra de café cereza o pergamino de manera independiente en calidad o no de intermediarios, para transformarlo por medio de los procesos de trilla en café verde. Se tomarán como referencia los compradores locales, regionales, nacionales e internacionales. Los productores de café, no en su mayoría, le venden a la Federación Nacional de Cafeteros o a través de puntos de compra.

Las Cooperativas de Caficultores son 33 en Colombia, con 530 puntos de compra, son aliadas estratégicas de la institucionalidad cafetera. Con una base de 82.000 caficultores, organizan el mercado e irrigan bienestar en las zonas cafeteras al hacer efectiva la garantía de compra (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019). En el caso de la Región de Antioquia resulta relevante y será objeto de estudio las Cooperativa de Caficultores de Salgar, Occidente, Andes y Antioquia, respectivamente. Estas cumplen una misión vital en el desarrollo y crecimiento de la cadena productiva del café en Antioquia.

Los Extensionistas están conformados por el personal de la FNC a través del servicio de extensión. Este fue creado en 1959, desarrolla y ejecuta programas técnicos, sociales, económicos, ambientales y gremiales con los productores de todas las regiones cafeteras de Colombia. Los extensionistas que atienden a los cafeteros desde los comités departamentales de cafeteros tienen como prioridad apoyar al productor de café en la construcción de su empresa cafetera, y a transmitir el conocimiento relacionado con el cultivo del café. En el año 2009, con el propósito de consolidar la excelencia en el servicio al cliente, los resultados y el mejoramiento continuo, la Federación de Cafeteros, por su Servicio de Extensión, logró obtener la certificación de calidad del ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas), bajo los estándares de la Norma ISO 9001:2008. También desde las Cooperativas de Caficultores cuentan con un equipo de extensionistas que ofrecen servicios de capacitaciones, acompañamiento, asistencia técnica entre otras actividades que favorecen y apoyan al sector cafetero.

Los Intermediarios, en la literatura son nombrados de diversas maneras, donde cada término tiene sus propias características según el enfoque que se aborde. En la CPCA, este actor se tomará para este estudio, desde el perfil o rol que cumple como comprador o vendedor en los puntos de compra de café de particulares, terceros o independientes.

El Comité Departamental y Municipal de Cafeteros, a nivel nacional está conformado por 15 Comités Departamentales y 383 Comités Municipales (Federación Nacional de Cafeteros de Antioquia, 2019), para un total de 398. En la Región de Antioquia la conforman 72, entre el Departamental y Municipal, de los 94 municipios del Departamento. Estos se eligen de manera democrática en un período de cada cuatro años por los caficultores que están habilitados para votar. Cada comité está conformado por seis integrantes principales y seis suplentes. El Comité Nacional entidad sin ánimo de lucro con representación gremial de las familias cafeteras en Colombia, buscando incrementar su calidad de vida por medio de la investigación, acompañamiento técnico por medio del servicio de extensión, y la regulación y comercialización nacional e internacional del café (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019).

5. Resultados ARS

Existen actualmente múltiples herramientas de software para calcular y presentar las métricas en ARS. Se pueden enumerar algunas como Netminer, Pajek, Nodexi, Ucinet y Gephi citados por (Kuz, Falco, & Roxana, Kuz, A., 2016). Las características estructurales de la red a lo largo del tiempo se obtuvieron desde el análisis y el uso de la herramienta Software Gephi Versión 0.9.2, para el análisis y la visualización de la red.

Los indicadores se seleccionaron según las medidas de distancia, centralidad, y detección de comunidades, considerando que estos permitirían obtener los resultados de los objetivos de la investigación.

Esta sección inicia presentando los resultados obtenidos de la investigación de las características de la red y sus propiedades en los períodos de tiempo actualmente (2018), hace cinco años (2014) y hace diez años (2008), respectivamente de la CPCA. En el levantamiento de la información, se utilizó el cuestionario como instrumento de investigación en formato de encuestas con preguntas abiertas y cerradas. La pregunta de relacionamiento que se realizó fue ¿Con cuál de los siguientes actores de la CPCA se relaciona? En el proceso de entrevista se abordó a cada encuestado sobre qué tipo de actor era y con cuáles opciones de los otros actores se relacionaba. Esto permitió formar una red valuada, al sumar el número de relaciones entre los 17 actores de toda la muestra. Se realizó el muestreo por estratificación³ (Ospina, 2001), según las cuatro principales Cooperativas de la Región de Antioquia; que están ubicadas en los Municipios de Salgar, (Cooperativa de Caficultores de Salgar, 2019) Andes, (Cooperativa de Caficultores de Andes, 2019), Occidente (Cooperativa del Occidente de Antioquia, 2019) y Antioquia (Cooperativa del Occidente de Antioquia, 2019), incluyendo otras zonas de influencia de la CPCA.

5.1. Propiedades de la red y cambios en el tiempo según el relacionamiento

En la Tabla 1, se presentan las características principales de la red de actores de la CPCA en las diferentes cooperativas de estudio y en los diferentes períodos de análisis.

Tabla 1. Características de la red del relacionamiento de los actores de la CPCA por zonas

Propiedades de la red	Zonas/ Líneas de tiempo											
	Salgar			Andes			Occidente			Antioquia		
	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10
Nodos	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Enlaces	95	95	91	87	88	87	67	67	67	70	70	70
Grado medio	11.1	11.1	10.7	10.2	10.3	10.2	7.88	7.88	7.88	8.2	8.2	8.2
Grado medio con peso	94.5	94.5	89.4	89.4	89.2	89.1	79.4	77.4	74.2	86	83	83
Diámetro de la red	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

³ Del total de la población tomada en la Región de Antioquia, la muestra de las zonas de estudio escogidas, resultan significativas y representativas.

Densidad del grafo	0.69	0.69	0.66	0.64	0.64	0.64	0.49	0.49	0.49	0.5	0.5	0.5
Clusterización	0.81	0.81	0.79	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Longitud media de camino	1.36	1.36	1.39	1.39	1.39	1.39	1.54	1.54	1.54	1.52	1.52	1.52

Fuente: Elaboración propia. A= actual. H5=hace cinco años. H10= hace diez años

En la Tabla 1, los resultados indicaron que, en las zonas de Salgar, Andes, Occidente y Antioquia, el diámetro de la red es de dos. En cada una se presentó este valor, representando la máxima distancia que existe entre dos nodos de cada red por zona. En este caso la media sería de 1 lo que evidencia la proximidad que existe entre los actores que conforman la CPCA.

Se destaca que la zona de Salgar presenta una proporción mayor respecto al total. En el eje temporal actual y hace cinco años es mayor que hace diez, lo que arroja resultados positivos de cercanía entre los actores que conforman la CPCA. Esto también puede deberse a los espacios físicos de contacto, actividades de extensión y comunicación. En el municipio de Concordia se realizan eventos y ferias de otras zonas, como por ejemplo la “la Feria del Café de Altura”. Cada año realizan esta actividad donde buscan el reconocimiento al café, a la caficultura y al paisaje cafetero por una caficultura productiva y sostenible. En el 2018 se realizó la Séptima versión en el mes de marzo. Este fue el lugar de inicio del trabajo de campo. Dentro de las actividades que tienen están el concurso de “Taza de café de Altura Tostado” del Departamento de Antioquia, en su segunda versión 2018. También reciben invitados de otras zonas de Antioquia y del departamento del Huila. Buscan posicionar la exposición de insumos y productos para la caficultura, fortalecer el encuentro de caficultores de la subregión del Penderisco “Café Región” y “Cafés especiales” (Regionales News, 2018).

Otras iniciativas se originan en esta zona como es la Asociación de Productores Agropecuarios y Cafés de Altura de Concordia Antioquia (APRAYCAFES), creada en el año 2011 con 286 miembros asociados. Tiene como misión incrementar el nivel de producción y comercialización de cafés de altura, a través de buenas prácticas agrícolas y ambientales en el mejoramiento continuo de la calidad de vida de los asociados, (Vélez, 2018).

En la zona de Andes, la proporción de relacionamiento en el período de tiempo actual, hace cinco y diez años, presentan un comportamiento similar. No se presentan cambios en la densidad entre los actores que conforman la CPCA. Por otro lado, en Occidente, es la zona con la densidad más baja respecto al resto de las zonas. En esta zona las distancias, vías de acceso y medios físicos de vinculación; son más complejos y limitados lo que puede influir en sus índices de vinculación.

5.2. Centralidad por cercanía del relacionamiento

En la Tabla 2, se presenta el promedio de enlaces de los actores de la CPCA que está más cerca de otros actores en la red de relacionamiento en las zonas de Salgar, Andes, Occidente y Antioquia por períodos temporales.

Tabla 2. Centralidad por cercanía del relacionamiento de los Actores en la CPCA

ZONA ACTOR	SALGAR			ANDES			OCCIDENTE			ANTIOQUIA		
	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10
Productor agropecuario	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Proveedor Directo	0.94	0.94	0.94	0.64	0.64	0.64	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
Proveedor Indirecto	0.89	0.89	0.80	0.94	0.94	0.94	0.59	0.59	0.59	1.00	1.00	1.00
Transformador	0.94	0.94	0.89	0.64	0.64	0.64	0.57	0.57	0.57	0.59	0.59	0.59
Compradores	0.80	0.80	0.76	0.64	0.64	0.64	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
Cooperativa	0.94	0.94	0.94	0.59	1.00	1.00	0.94	0.94	0.94	0.80	0.80	0.80
Institución privada	0.64	0.64	0.64	1.00	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57	0.94	0.94	0.94
Institución pública	0.67	0.67	0.64	0.62	1.00	1.00	0.57	0.57	0.57	0.59	0.59	0.59
Institución educativa	0.76	0.76	0.73	0.94	0.62	0.62	0.59	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57
ZONA	SALGAR			ANDES			OCCIDENTE			ANTIOQUIA		
ACTOR	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10
Extensionista	0.94	0.94	0.94	1.00	1.00	0.94	0.94	0.94	0.94	1.00	1.00	1.00
I/P/A	0.64	0.64	0.62	0.70	1.00	1.00	0.76	0.76	0.76	0.59	0.59	0.59
Intermediario	0.73	0.73	0.73	0.62	0.70	0.70	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Exportador	0.59	0.59	0.59	0.62	0.62	0.62	0.59	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57
Comité municipal	0.62	0.62	0.59	0.62	0.62	0.62	0.94	0.94	0.94	0.59	0.59	0.59
Comité departamental	0.59	0.59	0.59	0.62	0.62	0.62	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
Comité nacional	0.64	0.64	0.64	0.59	0.62	0.62	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Consumidores	0.62	0.62	0.62	1.00	0.62	0.59	0.53	0.53	0.53	0.57	0.57	0.57

Fuente: Elaboración propia.

ZEEn la Tabla 2, los resultados indican que las cuatro zonas, coinciden que el actor central son los productores agropecuarios, quienes pueden influenciar a otros actores en el nivel de desarrollo tecnológico. Estos son los más cercanos y la longitud del camino que los une con otros actores es más corta y por ende es el nodo central.

5.3. Centralidad por intermediación del relacionamiento

La centralidad por intermediación del relacionamiento permite conocer para esta investigación el promedio de la frecuencia de los nodos más cortos en el camino, entre los actores de la CPCA, que tienen más interacciones con otros actores en la red de relacionamiento en las zonas de Salgar, Andes, Occidente y Antioquia por períodos temporales.

Según la teoría de Graf y Krüger (2011), ya se puede comprobar cuáles son los actores que cumplen con una de las características de los *TG*, aquellos que conectan o sirven de puentes entre el resto de los actores de la CPCA.

En la Tabla 3, se presenta el promedio de la frecuencia de los nodos más cortos en el camino.

Tabla 3. Centralidad por intermediación del relacionamiento de los Actores en la CPCA

ZONA	SALGAR			ANDES			OCCIDENTE			ANTIOQUIA		
ACTOR	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10
Productor agropecuario	0.08	1.00	0.09	0.08	9.13	0.08	0.18	22.08	0.18	0.14	0.14	0.14
Proveedor Directo	0.06	0.94	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proveedor Indirecto	0.04	0.89	0.02	0.06	6.93	0.06	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.14
Transformador	0.06	0.94	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Compradores	0.03	0.80	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooperativa	0.06	0.94	0.07	0.00	9.13	0.08	0.12	14.58	0.12	0.05	0.05	0.05

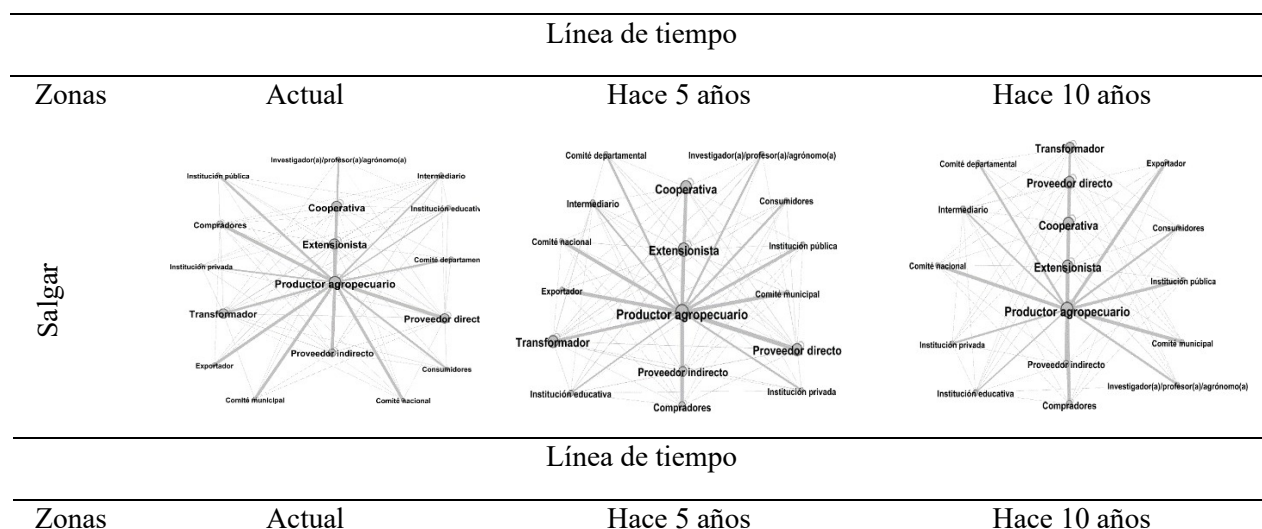
ZONA ACTOR	SALGAR			ANDES			OCCIDENTE			ANTIOQUIA		
	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10	A	H5	H10
Institución privada	0.00	0.64	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.11
Institución pública	0.00	0.67	0.00	0.00	9.13	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Institución educativa	0.01	0.76	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Extensionista	0.07	0.94	0.08	0.08	9.13	0.06	0.15	18.00	0.15	0.14	0.14	0.14
I/P/A	0.00	0.64	0.00	0.00	9.13	0.08	0.04	4.75	0.04	0.00	0.00	0.00
Intermediario	0.01	0.73	0.01	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exportador	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comité municipal	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	14.58	0.12	0.00	0.00	0.00
Comité departamental	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comité nacional	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumidores	0.00	0.62	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

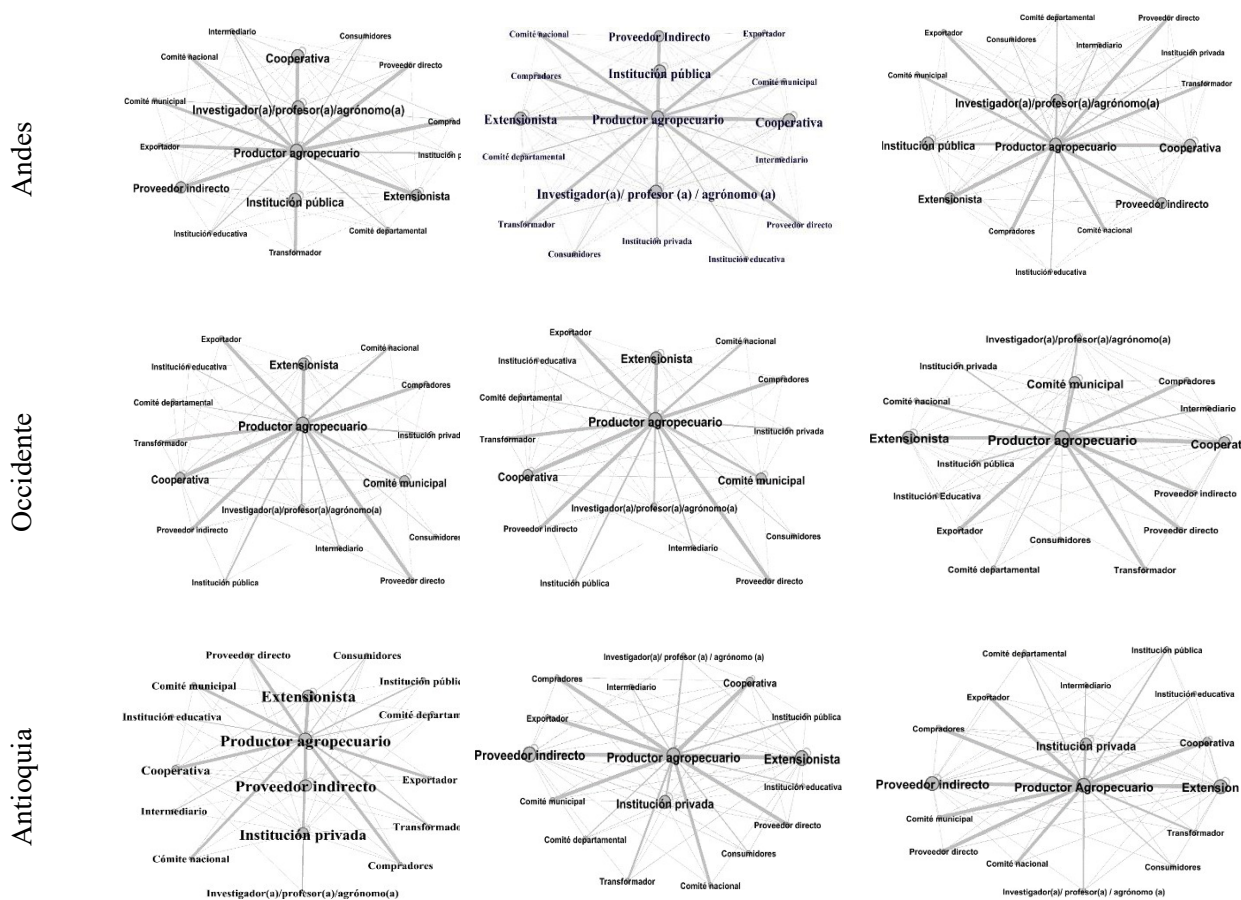
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados expuestos en la Tabla 3, indican que la zona con actores con un grado de intermediación mayor son la de Salgar, seguido de la de Andes, Occidente y Antioquia. Los actores que tienen el indicador más alto y por ende una mayor influencia en la transferencia de información y conocimiento a los otros actores a través de la CPCA, en orden son: primeros los productores agropecuarios; segundo el extensionista; tercero el proveedor indirecto; cuarto las cooperativas; quinto el investigador(a)/ profesor(a)/ agrónomo(a); sexto la institución privada y séptimo los consumidores.

En la Tabla 4, se presentan las redes de las diferentes zonas, según el periodo de análisis. El tamaño del nodo representa el grado de intermediación del actor.

Tabla 4. Intermediación de las zonas de Salgar, Andes, Occidente y Antioquia





Fuente: Elaboración propia.

6. Discusión y análisis

El actor principal y que mayor se relaciona, es el productor agropecuario. Su vínculo se da en mayor medida con los extensionistas y el investigador (a), profesor (a), agrónomo (a), que muchas veces cumplen más de un rol y tienen acceso directo al conocimiento, la información y tecnología, tanto en los puntos de compra de café, como en las dependencias o centros de atención independientes. En este caso, los proveedores, tanto directos como indirectos, son determinantes en el proceso de innovación y desarrollo tecnológico en cada eslabón de la CPCA.

Las Cooperativas de caficultores establecen un relacionamiento directo, tanto para los asociados como para los no asociados, dado que, a través de sus programas, capacitaciones, asistencia técnica, apoyo financiero y no financiero, becas, acompañamiento y estratégicas en lo econ mico, social y ambiental; logran mejorar las buenas prácticas agrícolas empresariales, productivas y ambientales, según las certificaciones de calidad. Finalmente, el Comit  Municipal es un actor cercano, estimado y confiable para los otros actores. Acuden de forma permanente cada vez que requieren información y asistencia técnica.

Por otra parte, el transformador es uno de los actores, donde el resto de los actores no tiene relación directa. La institución educativa de educación superior es percibida como un actor que realiza el vínculo, ofrece acompañamiento, pero de manera cíclica y los resultados

de los proyectos o investigaciones no siempre son socializados, compartidos o aplicados en la población de estudio o en la comunidad intervenida. En el caso de las instituciones educativas como los colegios, los resultados arrojan resultados diferentes, por ejemplo, el Colegio Valentina Figueroa Rueda, con su marca Café el Paraíso en la Vereda San José en Salgar, nació por iniciativa de los estudiantes y fue materializándose la iniciativa empresarial por más de cinco años con la ayuda de docentes, administrativo, familias y la comunidad, para continuar con este proyecto productivo.

En el caso de la institución pública, los productores agropecuarios manifiestan que, en el caso del Banco Agrario, es complejo acceder a programas de financiamiento por los requisitos exigidos y la información o programas ofrecidos suelen no ser suficientes para las necesidades reales presentadas. En el caso de las Alcaldías existe una variación según la interpretación por la zona de estudio. Los mayores vínculos, se dan en su orden, en Salgar, Antioquia, Andes y Occidente.

En el caso de los compradores el relacionamiento se limita a la transacción comercial según los precios del café establecidos y la percepción de la persona encargada de analizar la calidad del café y asigna su precio. Para el caso de los actores compradores de las Cooperativas, el grado está sujeto a la percepción del que lo recibe y valora los atributos. Los compradores independientes determinan su propio precio de compra según factores externos, lo que puede bloquear la libre competencia y que el precio de compra ofrecido sea inferior al esperado por el caficultor. Esta misma dinámica se presenta en los intermediarios. En el caso del Comité Departamental y el Nacional, los actores en la CPCA dependiendo de sus miembros, varían las relaciones con otros actores y actuar como facilitadores en el proceso de innovación de conocimiento, información y tecnología.

Por último, los exportadores en algunos casos no establecen relaciones con otros actores. La proporción de los productores agropecuarios que se relacionan con los exportadores internacionales es mínima, pero se evidencian casos de éxito como las marcas de origen en las cuatro zonas de estudio con una gran proyección y crecimiento productivo, económico y social a mediano y largo plazo. En el caso con la Federación Nacional de Cafeteros, con su operador logístico ALMACAFÉ, se presenta que, estos realizan las actividades de abastecimiento, pero los otros actores de la CPCA no están vinculados o no tienen información detallada de estos procesos.

Finalmente, los consumidores locales, nacionales e internacionales; presentan un relacionamiento bajo. Se da una escasa retroalimentación de la experiencia de compra y consumo del café con los otros actores que conforman la CPCA. Esto puede mejorar, dada las iniciativas actuales de conectar y fidelizar al comprador y consumidor de café y subproductos cada vez más, a través de tiendas de cafés, cafeterías, redes sociales, puntos de venta de café de las marcas del producto y las expediciones turísticas vivenciales que permiten el contacto, de los consumidores en las fincas cafeteras, con los productores conociendo la historia, proceso productivos y actividades sensoriales permitiéndoles participar activamente por ejemplo en la recolección del café.

7. Conclusiones y Recomendaciones

Al aplicar el ARS para determinar el relacionamiento de los actores de la CPCA en las zonas de Salgar, Andes, Occidente y Antioquia, se evidencia que, en los tres períodos de tiempo analizados, el actor que presenta mayores vínculos o conexiones es el productor

agropecuario. La influencia que ejercen los actores en la CPCA, determina según los datos obtenidos, que puede llegar a ser *TG*. Lo que se puede observar, a partir de lo que emerge de los datos, es que existen actores que actúan como puentes y otros como porteros, en el conocimiento e información en la CPCA.

Los actores que son puentes tienen un mayor de vínculos o relaciones con otros actores y los que actúan como porteros, son los que no tienen relaciones o no se vinculan con los otros actores. Los actores que pueden llegar a ejercer influencia como puentes son: productor agropecuario, extensionista, cooperativa, proveedor indirecto, I/P/A, institución privada, proveedor directo, comité municipal. Los actores que pueden llegar a ejercer influencia como porteros son: transformador, institución educativa, institución pública, compradores, intermediario, consumidores, comité departamental, comité nacional, exportador. Por otra parte, las zonas en orden con un mayor nivel de relacionamiento son Salgar, Andes, Occidente y Antioquia; donde los otros actores cumplen una función determinante para promover y desarrollar las conexiones relacionales.

En el caso de las dudas técnicas o consultas que realizan los productores agropecuarios y otros actores a los extensionistas y el investigador(a), profesor (a) y agrónomo(a); son claves para seguir asesorando y especializando las buenas prácticas, el cultivo de cafés especiales, la tecnificación y aumento de la calidad de los cafés y los procesos certificados en cada eslabón de la CPCA, son determinantes. En esta línea cada vez más estos dos tipos de actores cumplen un doble rol. De esta manera, los resultados presentados, permiten conocer los vínculos que se dan entre los actores de la CPCA y determinan el tipo y nivel de relacionamiento en tres períodos de tiempo diferentes, cumpliendo parte de los objetivos de la investigación a través del análisis longitudinal y dinámica relacional en la CPCA, en un SRI.

Desde la perspectiva de la evolución del relacionamiento, los principales actores son los caficultores y caficultoras, dado que son quienes establecen mayores lazos relacionales en la CPCA y actúan como nodos centrales. Se propone continuar ofreciendo apoyo por parte de todos los actores que conforman la CPCA y en especial desde las cooperativas de caficultores de café de Antioquia, extensionistas y agrónomos por medio de mayor apoyo financiero y no financiero, el cual requieren para dignificar y rentabilizar sus ingresos, en pro de la continuidad del sector y futuras generaciones cafeteras.

Otro actor relevante, son las Cooperativas de Caficultores de la región de Antioquia y otros departamentos de Colombia. En el caso de las Cooperativas de Caficultores de las cuatro zonas observadas, las zonas de Salgar, Occidente y Antioquia trabajan de manera mancomunada, desde sus fortalezas y valores misionales. Las tres cooperativas en alianza con la de Andes, se sugiere que pueden establecer sinergias y proyectos conjuntos a mediano y largo plazo; para complementarse en diferentes iniciativas, retos y logros, según el sello distintivo de cada una y el conocimiento, información y la tecnología que han alcanzado durante décadas.

En el caso de las instituciones privadas, es de carácter urgente resolver problemas de fondo y forma que presenta el sector cafetero, como por ejemplo el nuevo Fondo de Estabilización de Precios, el cual mitiga la crisis que estaban padeciendo los productores, pero no los proyecta a largo plazo, en el ámbito económico, social y ambiental. El resto de los actores de la CPCA, podrían aumentar y fortalecer el rol de puentes como *TG* del conocimiento, la información y la tecnología. Los que en esta investigación se clasificaron como *PT*, puede llegar a ser una futura línea de investigación, la cual se abordará posiblemente, es caracterizar esos actores que se determinaron como porteros o actores que bloquean o limitan, analizar las causas y proponer estrategias de mejoramiento.

8. Referencias

- Asheim, B. T., & Gertler, M. S. (2004). The geography of innovation: regional innovation systems. En J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 291-317). Oxford: Oxford University Press.
- Asheim, B., & Gertler, M. (2005). The Geography of Innovation. Regional Innovation Systems. En J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 291-317). Oxford: Oxford University Press.
- Asheim, B., Coenen, L., Moodysson, J., & Vang, J. (2007). Constructing knowledge-based regional advantage: implications for regional innovation policy. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 7(2- 5), 140-155.
- CCA. (2019). *Cooperativa de Caficultores de Antioquia* . Obtenido de <http://www.cafedeantioquia.com/>
- Chaminade, C., & Vang, J. (2007). Innovation policy for Asian SMEs: an innovation system perspective. En H. W. Yeung, *Handbook of Research on Asian Business* (págs. 381-408). Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. *Geoforum*, 23(3), 365-382.
- Cooke, P., Gómez, M., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26(4-5), 475-491.
- Cooke, P., Heidenreich , M., & Braczyk, H. (2004). *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World*. London, UK: Routledge Taylor & Francis e-Library.
- COOPEOCCIDENTE. (2019). *Cooperativa del Occidente de Antioquia* . Obtenido de <http://coopeoccidente.com.co>
- Federación Nacional de Cafeteros Antioquia. (2019). *Quiénes somos* . Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros Antioquia: <https://fncantioquia.org/>
- Federación Nacional de Cafeteros de Antioquia. (2019). *Infografía Institucional*. Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros de Antioquia: <https://fncantioquia.org/infografia-institucional/>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018). *Informe del Gerente* . Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Periodico_IGG2018.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2019). *Cooperativa de caficultores*. Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: https://www.federaciondefcafeteros.org/particulares/es/que_hacemos/cooperativas_de_caficultores/
- Gobernación de Antioquia. (2019). *Antioquia Datos Gobierno de Colombia*. Obtenido de Departamento Administrativo de Planeación: <http://www.antioquiadatos.gov.co>
- Graf, H., & Krüger, J. (2011). The performance of gatekeepers in innovator networks, *Industry and Innovation* 18, 69–88.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007). *Quiénes somos*. Obtenido de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: <https://www.igac.gov.co>
- Kuz, A., Falco, M., & Roxana, G. (Kuz, A.,2016). Análisis de redes sociales: un caso práctico. *Computación y Sistemas*, 20(1), 89-106.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Morgan, K. (1997). The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal. *Regional Studies* , 31 (5), 491-503.
- Ospina, D. (2001). *Introducción al muestreo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. RAE. (07 de 05 de 2018). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es>
- Regionales News. (2018). *Feria de café de altura en Concordia Antioquia*. Obtenido de Regionales News: <http://www.regionales.news/feria-de-cafe-de-altura-en-concordia-antioquia/>
- Vélez, L. (8 de Agosto de 2018). APRAYCAFES. (D. Peña, Entrevistador)
- Wasserman, S., & Faust, K. (2013). *Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones* (Vol. 10). Madrid: CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.

Industrias 4.0 en el contexto de la estrategia *cluster* de la ciudad de Medellín-Colombia

Astrid Agudelo Valencia

Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, Estudiante Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, Colombia

aagudelovalencia@gmail.com

Leydi Johanna Henao Tamayo

Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM., Docente Ocasional, Colombia

leydihenao@itm.edu.co

Resumen:

El presente artículo tiene como objetivo dar a conocer los principales conceptos acerca de la industria 4.0 y *cluster* en un contexto tanto mundial como nacional y regional. En el documento se busca profundizar acerca de la importancia de los *cluster* en la adopción e implementación de la industria 4.0, principalmente en la ciudad de Medellín, tomando como base el trabajo que desde lo público y privado se ha adelantado en la misma, especialmente con la Estrategia *Cluster*. Adicionalmente, se analizan los diferentes *cluster* de la ciudad de Medellín y se plantea con el fin de lograr una mayor comprensión del tema cómo la industria 4.0 puede aplicarse en uno de los *cluster* que más aporta económicamente a la ciudad, resaltando que la industria 4.0 es transversal a todos los sectores económicos de un territorio.

La importancia del análisis de este tema está relacionada con la tendencia actual de la implementación de la industria 4.0 y las diferentes tecnologías que la componen, teniendo en cuenta que la ciudad de Medellín fue designada recientemente como el centro para la cuarta revolución industrial por el Foro Económico Mundial en Latinoamérica. Por último, a partir de la información encontrada en las diferentes fuentes se presentan algunas conclusiones acerca del tema y las cuales pueden servir como orientación para que la institucionalidad busque el fortalecimiento de la industria 4.0 específicamente en la ciudad de Medellín.

Palabras clave

Industrias 4.0, Cluster, smart cities, cuarta revolución industrial.

Abstract:

This article aims to raise awareness of the main concepts about industry 4.0 and cluster in a global, national and regional context. The document seeks to deepen the importance of the cluster in the adoption and implementation of industry 4.0, mainly in the city of Medellín, based on the work that has been advanced in the public and private sector, especially with the Cluster Strategy. In addition, the different clusters of the city of Medellín are analyzed and raised in order to gain a better understanding of the topic how industry 4.0 can be used in one of the clusters that most economically contributes to the city, highlighting that industry 4.0 It is transversal to alleconomic sectors of a territory.

The importance of the analysis of this topic is related to the current trend of the implementation of industry 4.0 and the different technologies that make up, taking into account that the city of Medellin was recently designated as the center for the fourth industrial revolution by the Economic Forum World Cup in Latin America. Finally, based on the information found in the

different sources, some conclusions about the subject are presented and any that can serve as an orientation for the institutionality seek the strengthening of industry 4.0 specifically in the city of Medellín.

Keywords

Industry 4.0, Cluster, smart cities, fourth industrial revolution.

1. Introducción

La industria 4.0, conocida como la nueva revolución industrial, tiene como objetivo optimizar diferentes procesos rutinarios y operativos dentro de las organizaciones implementando diferentes tecnologías y optimizando así recursos como tiempo, costos, entre otros.

Teniendo en cuenta la importancia de la estrategia *Cluster* de la ciudad de Medellín liderada por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia y la Alcaldía de Medellín, se analiza en el presente artículo la manera en que dicha estrategia contribuye a la introducción de la industria 4.0 en la ciudad – región. Lo anterior, teniendo en cuenta que los *Cluster* abarcan los sectores económicos más representativos de la misma.

Se plantea la importancia que tiene el trabajo conjunto por parte de la institucionalidad con el fin de conllevar a que la ciudad de Medellín sea una ciudad-región pionera en la introducción de esta nueva industria, donde los *Cluster* han venido siendo uno de los principales halonadores de la economía regional de la mano con el sector público, el sector productivo y la academia, aprovechando el panorama positivo actual con el que cuenta la ciudad referente a que fue designada recientemente como el centro para la cuarta revolución industrial por el Foro Económico Mundial (Ruta n, 2019a).

2. Metodología:

Se realizó un estudio cualitativo debido a que se basa en un análisis de un fenómeno específico de carácter social, donde se explora dicho fenómeno en profundidad, además, es un proceso inductivo, recurrente, analiza una realidad y contextualiza el fenómeno (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, 2010).

Se realizó un análisis bibliométrico y una revisión bibliográfica consultando fuentes primarias, secundarias, estructuradas y no estructuradas. También se tuvo en cuenta estudios de vigilancia tecnológica representativos en el área de los sectores públicos y privados, con el fin de recuperar datos relevantes con el objetivo de la investigación, para conocer los principales conceptos, actores y tendencias referentes a la industria 4.0, *Smart cities*, *cluster*, entre otros.

En el proceso de búsqueda de información, se consultaron bases de datos como Google Académico, Scopus, Science Direct y bases de datos públicas, utilizando ecuaciones de búsqueda construidas con las palabras clave previamente definidas en la fase de planeación, como: (4.0 industry) AND (trends), (("industry 4.0" OR fourth AND industrial AND revolution) AND (trends)), ((fourth industrial revolution or "industrie 4.0" or "industry 4.0") and (cluster) and (trends)).

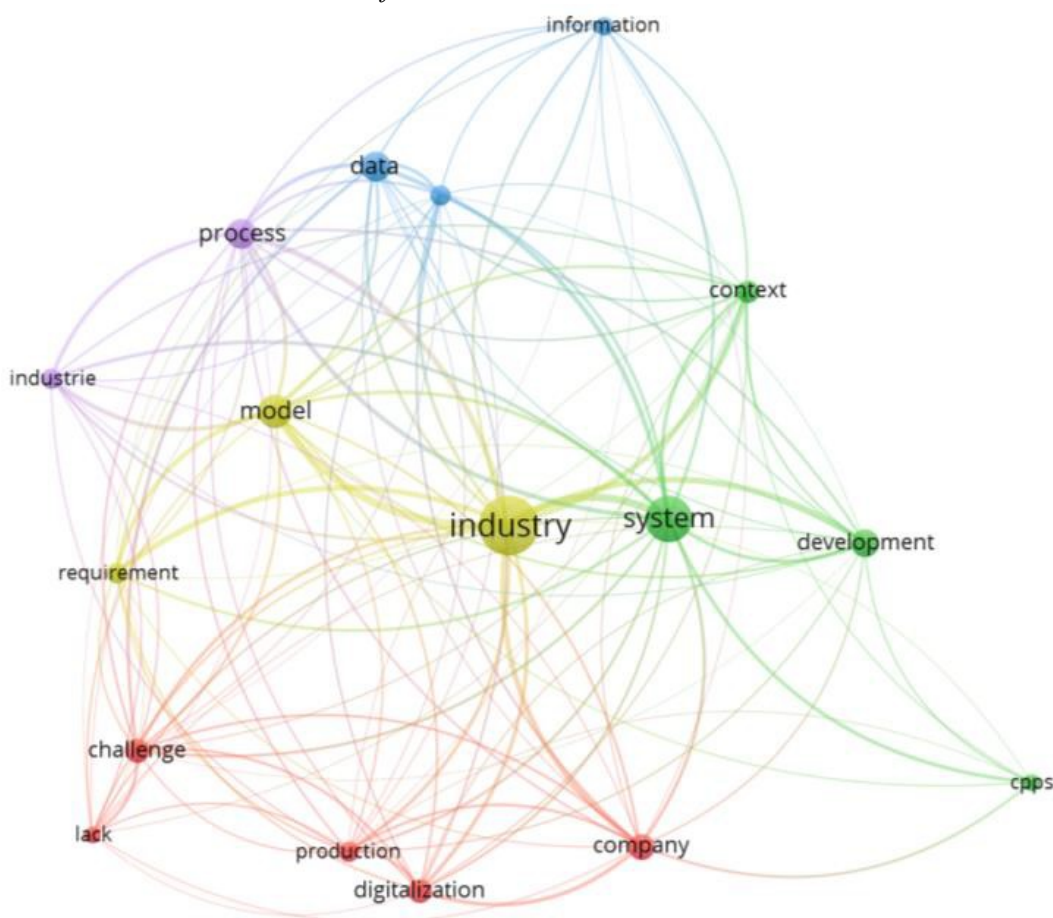
Adicionalmente se consultaron fuentes no estructuradas como Google y páginas web de instituciones relacionadas con el tema en un ámbito mundial, nacional y regional, como el Ministerio de Industria de España, Ruta n, entre otras.

3. Desarrollo del estudio:

3.1. Análisis bibliométrico

La industria 4.0 o cuarta revolución industrial ha venido emergiendo en nuestra región por lo que se analizó la base de datos de ScienceDirect relacionada con este tema y con el concepto de cluster. Este análisis se realizó con el fin de conocer las palabras clave de las publicaciones y observar la relación y conexión de la industria 4.0 con cluster. En el siguiente gráfico se puede observar la relación de los conceptos más relevantes asociados con el tema logrando de esta manera obtener algunos documentos significativos al respecto:

Gráfico 1. Análisis bibliométrico



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de VOSviewer

Para la representación de los clústeres temáticos se utilizó el software denominado VOSviewer con el fin de conocer la fuerza que existe en la conexión entre los diferentes términos, bajo la aplicación de la fuerza de asociación como método, de acuerdo a lo anterior, se identificaron 17 términos agrupados en 5 cluster.

Los términos que mayor fuerza de relación poseen son: industry, system, model. En la siguiente tabla se puede observar la agrupación realizada por cada uno de los cluster y sus

respectivos términos asociados:

Tabla 1. Clusterización por términos

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Challenge	Context	Application	Industry	Industrie
Company	cpps	Data	Model	Process
Digitalization	Development	Information	Requirement	
Lack	system			
Production				

Fuente: Elaboración propia apartir de resultados de VOSviewer

3.2. *Conceptualización de Cluster e industria 4.0*

3.2.1. *Cluster*

El concepto de *Cluster* es definido por Michael Porter como concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas en un campo particular. Los *clusters* abarcan una serie de industrias vinculadas y otras entidades importantes para la competencia. Incluyen, por ejemplo, proveedores de insumos especializados como componentes, maquinaria y servicios, y proveedores de infraestructura especializada. Los *clusters* también suelen extenderse a canales y clientes, y lateralmente a fabricantes de productos complementarios y a compañías en industrias relacionadas por habilidades, tecnologías o insumos comunes. Finalmente, muchos grupos incluyen instituciones gubernamentales y otras instituciones, como universidades, agencias de normalización, grupos de reflexión, proveedores de formación profesional y asociaciones comerciales, que ofrecen formación especializada, educación, información, etc.

Para que las empresas sean más competitivas es importante que hagan parte de *cluster* organizados ya que “los *clusters* promueven tanto la competencia como la cooperación” (Porter, 1998, párr. 13).

Un *cluster* se forma con el fin de que las empresas principalmente las pequeñas o medianas, se asocien y puedan competir más fácilmente en el mercado, ante situaciones como apertura económica o afrontar los cambios que se presenten en el entorno como los tecnológicos. “Los *clusters* se abordan como generadores de competitividad, enfocándose en la cooperación entre organizaciones, que aparecen para complementar fortalezas y superar sus limitaciones, al respecto es importante la estructura de la cooperación” (Valdivia-Altamirano, 2011, párr. 13).

De acuerdo con las definiciones anteriores, los *cluster* son entonces una manera que tienen las empresas de estar preparadas para afrontar la cuarta revolución industrial, ya que le proceso si se realiza de manera conjunta, se pueden sumar capacidades que faciliten el acceso y adaptación de las diferentes tecnologías que la industria 4.0 trae consigo.

Adicionalmente, un *cluster* toma como base la relación universidad, empresa, estado y sociedad con el fin de que cada uno de los actores jueguen un rol importante y que contribuya al proceso de asociatividad.

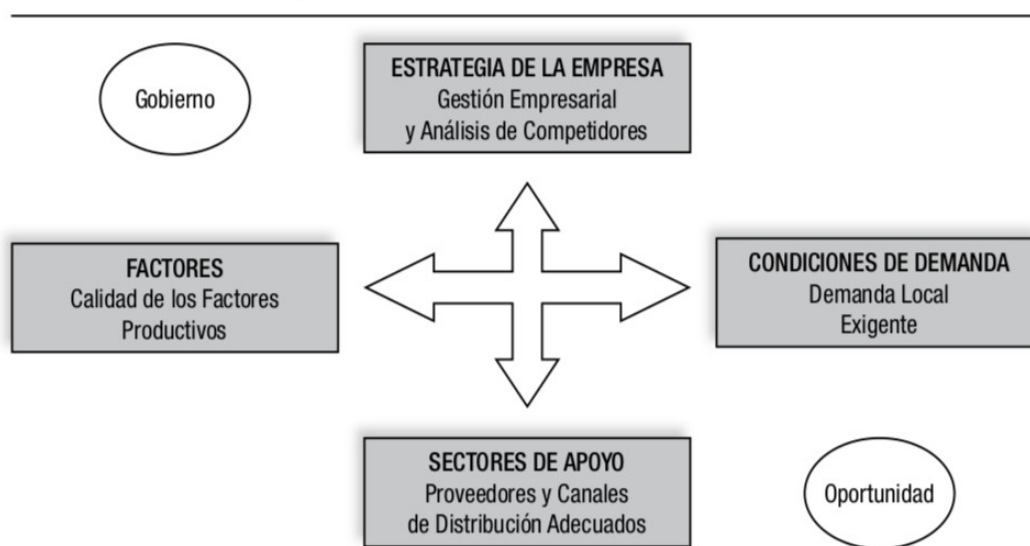
Por tanto, si los gobiernos locales desean generar políticas de desarrollo regional mediante el aumento de la productividad empresarial bajo un concepto de clúster, deben

examinar las características económicas locales, potenciando de esta manera la economía presente lo cual puede ser más beneficioso para las regiones. De la misma forma en que los países desarrollados el potencial científico y tecnológico está destinado al incremento de la eficiencia productiva, aplicado y adecuado a sus sectores más dinámicos y orientado de acuerdo a sus propios objetivos, el potencial local podría ser usado, direccionado, controlado y reingenierizados para satisfacer las demandas de la realidad regional (Monroy Merchán, 2016, p. 10).

Porter propuso también el diamante de la competitividad, el cual es un sistema donde interactúan diferentes factores relevantes para una empresa, una nación, un sector económico con el fin de volverlos más competitivos.

En el siguiente gráfico se puede observar el Diamante de Porter mencionado:

Gráfico 2. Diamante de Porter



Fuente: (Monroy Merchán, 2016, p. 10)

Como se puede observar existe una interrelación entre las flechas ubicadas en el centro de la imagen, generando un diamante; por tanto, si una región reúne las cuatro condiciones, está preparada para ser competitiva a nivel internacional (Monroy Merchán, 2016, p. 10).

De acuerdo con lo anterior, esto se ve reflejado en como una empresa, un sector o un estado pueden convertirse en organizaciones más competitivas, tomando como foco principal el concepto de *cluster*, ya que al unirse fuerzas entre los diferentes actores o instituciones de un sector económico en un territorio definido puede fortalecerse y ser más competitivo.

3.2.2. Industria 4.0

Teniendo en cuenta el contexto actual de la Estrategia *Cluster* mencionada anteriormente, es importante aprovechar dicho panorama existente para que mediante dicha estrategia se facilite la introducción de la industria 4.0 en el sector empresarial del territorio.

Es por esto por lo que es importante mencionar el concepto de Industria 4.0, pues ha

sido un término acuñado por el Gobierno alemán con el soporte de industrias alemanas para describir la digitalización de sistemas y procesos industriales, y su interconexión mediante Internet de las cosas para conseguir llegar a una nueva visión de la fábrica del futuro o fábrica inteligente. La transformación digital de la industria y las empresas con la integración de las nuevas tecnologías disruptivas como Big Data, Cloud Computing, Internet de las Cosas y Ciberseguridad, todo ello, enmarcado en las Ciudades Inteligentes (Smart Cities), está produciendo el advenimiento y despliegue de la cuarta revolución industrial (Joyanes Aguilar, 2017, párr. 1).

La Industria 4.0 es el producto más tangible de la cuarta revolución industrial y está favoreciendo la fabricación inteligente en un marco revolucionario para diseñar, implantar y gestionar ecosistemas complejos que proporcionan información en tiempo real y posibilitan las interacciones autónomas entre máquinas, sistemas, objetos y cosas. Este modelo permite sacar el máximo partido y rendimiento del Internet de las Cosas (IoT), la nube, los Big Data y la analítica de datos, las aplicaciones de última generación y la ciberseguridad.

The Boston Consulting Group, en el estudio denominado Informe «Industria Conectada 4.0. La transformación digital de la industria española, publicado en abril de 2015, identifica nueve áreas básicas (pilares del avance tecnológico) de la Industria 4.0: (Joyanes Aguilar, 2017).

En el siguiente gráfico se pueden observar algunas de las diferentes tecnologías que hacen parte de las industrias 4.0:

Gráfico 3. Pilares de las industrias 4.0



Fuente: (Joyanes Aguilar, 2017, p. 29)

Es importante resaltar que algunas de estas tecnologías ya son implementadas en algunas

organizaciones, sin embargo, éstas están siendo utilizadas en su gran mayoría de manera aislada, donde lo que se busca es que en la era de la nueva revolución industrial se implementen de manera interconectada.

En el sector productivo, la importancia de la industria 4.0 radica en que “según PWC, de los 2,000 fabricantes, el 86% espera ver reducciones de costos y ganancias de ingresos por sus esfuerzos de digitalización en los próximos cinco años” (Newman, 2018, párr. 2).

Las nueve principales tendencias para 2018 en industrias 4.0 son: La transformación digital se fusiona con la Industria 4.0, el mercado de inicio de la industria 4.0 crece exponencialmente, las plataformas IIoT se convierten en la corriente principal, la mayor parte de la tecnología de inteligencia artificial y IoT desarrollada hoy se puede aplicar en la fabricación, la inteligencia artificial aumenta el control de calidad, nuevas formas de cooperación humano-máquina, el control de rendimiento mejora la eficiencia, la ciberseguridad cobra cada vez más importancia y la fabricación de aditivos metálicos se convierte en una realidad (Business Development, 2018).

De acuerdo con el informe “Industria Conectada 4.0: La transformación digital de la industria española - Nuevas actuaciones” emitido por el gobierno de España, menciona que los principales beneficios de la industria 4.0 son:

- Desarrollo tecnológico y dinamización de la economía
- Flexibilidad en la producción: cambios en la configuración que no afecta el tiempo de producción
- Personalización: satisfacer peticiones del cliente incluso con bajos volúmenes de producción.
- Optimización de la toma de decisiones: información en tiempo real.
- Aumento de productividad y eficiencia en recursos: seguimiento exhaustivo a lo largo de todo el proceso productivo.
- Nuevas oportunidades de negocio: especialmente en servicios derivados o de apoyo.
- Nueva perspectiva de la vida laboral: cambios en las dinámicas de producción mejoran las condiciones laborales (Ministerio de Industria, n.d.).

La industria 4.0 contempla habilitadores industriales los cuales juegan un papel fundamental, puesto que son los que hacen posible todo el proceso de transformación digital y a su vez son origen de los retos de la industria y las herramientas para afrontarlos (Velásquez-Juárez, Valencia-Pérez, & Peña-Aguilar, 2017).

3.3. Caso aplicado a nivel mundial

Un claro ejemplo acerca del apoyo interinstitucional y del trabajo conjunto universidad-empresa- estado para que la industrias 4.0 sea aplicada en la industria de un territorio, es la iniciativa liderada por el gobierno español denominada: “Industria Conectada 4.0” el cual es la extensión del concepto Industria 4.0 a la realidad nacional española y se lanzó a finales de julio de 2015.

Este proyecto busca impulsar la transformación digital de la industria española mediante la actuación conjunta y coordinada del sector público y privado. Por parte oficial, el antiguo Ministerio de Industria, Energía y Turismo y por parte privada, las empresas multinacionales españolas, Banco de Santander, Telefónica e Indra, en una primera presentación (Joyanes Aguilar, 2017, p. 26).

Esta iniciativa busca también apoyar la incorporación de conocimientos, tecnologías e

innovaciones destinadas a la digitalización de los procesos y a la creación de productos y servicios tecnológicamente avanzados y de mayor valor añadido en las empresas industriales, apoyando proyectos de investigación industrial, proyectos de desarrollo experimental, así como proyectos de innovación en materia de organización y procesos. Además, pretende desarrollar palancas competitivas diferenciales y la creación de las condiciones adecuadas para favorecer la competitividad de las empresas españolas, construyendo de esta forma el modelo español para la industria del futuro (Gobierno de España, n.d.).

Algunos de los proyectos financiados bajo la iniciativa “Industria Conectada 4.0” y que han permitido materializar dicha estrategia se encuentran en algunos sectores económicos como automoción, aeronáutico, aeroespacial, agroalimentos, salud, gestión del agua, packaging, textil, calzado, maquinaria-herramienta, madera, ferroviario, logística, construcción, caucho, naval, turismo, tic, entre otros en temas como robótica, realidad virtual, cloud computing, big data, ciberseguridad, entre otros.

Adicionalmente, este programa ha desarrollado diferentes proyectos que han facilitado a las empresas el acceso a la industria 4.0, algunos de estos proyectos se pueden apreciar en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Proyectos desarrollados Industria Conectada 4.0

SECTOR	CCAA	AEI's	PROYECTO
Máquina Herramienta	País Vasco	Asociación Española de Fabricantes de Máquina herramienta (AFM)	Diagnóstico Industria. 4.0.
Textil	Cataluña	Agrupación Catalana del Textíl y la moda	Estudio de viabilidad para la implantación de la tecnología de impresión 3D en el proceso textil. Substitución tricosas rectilíneas por impresoras 3D en determinadas prensas y complementos
Caucho	Madrid	Agrupación empresarial innovadora del sector del caucho (ASICE)	Aplicación de técnicas avanzadas de gestión de la información para extracción de conocimiento de los procesos productivos de extrusión de elastómeros. Big Data e Inteligencia artificial
Agroalimentario	Andalucía	AEI del sector proveedor de bienes y servicios del sector oleícola. (INOLEO)	Herramienta sobre comunicación bidireccional para la optimización de la gestión de la almazara/cooperativa.
Maquinaria	Cataluña	Fabricantes exportadores de maquinaria agrícola de Cataluña (FEMAC)	Agrosensor . Tecnologías WSN redes inalámbricas de sensores para la optimización agronómica y prevención de enfermedades fúngicas. Internet de las Cosas
Agroalimentario	Cataluña	Asociación Catalana de innovación del sector carne de porcino (INNOVAC)	Desarrollo de sensores predictivos para productos cárnicos elaborados
Naval	Galicia	Asociación Cluster Naval Gallego	Desarrollo software para evaluar la capacidad de compensación activa de oleaje en cabestrantes de cubierta para aplicaciones offshore y oceanográficas.
Madera y mueble	Galicia	Clúster de madera de Galicia	Plataforma para la gestión de lotes de madera por parte de las empresas rematantes
Aeronáutico	País Vasco	HEGAN. Clúster Aeronáutico del País Vasco	Fabricación aditiva
TIC	Galicia	Clúster TIC Galicia	Mejora del proceso de creación de nuevos productos y servicios TIC mediante el estudio comparativo de plataformas abiertas de Internet de las Cosas

Fuente: Ministerio de Industria, n.d.

España plantea algunos retos que se tienen identificados con la industria 4.0 en el territorio, éstos son:

- i) El necesario cambio de la cultura empresarial de las organizaciones industriales que debe acompañar a la transformación digital; ii) la formación y capacitación en competencias digitales; iii) el desarrollo de entornos colaborativos; y iv) el apoyo a todas las empresas, especialmente pequeñas y medianas, en su proceso de transformación digital (Velásquez- Juárez et al., 2017).

3.4. Importancia de los cluster en las industrias 4.0:

Los *cluster* al ser modelos estratégicos asociativos donde surgen con el fin de que las pymes puedan estar mejor preparadas para afrontar los cambios del mercado y del entorno, se hacen relevantes para que ayuden a estas empresas a incorporar las diferentes tecnologías que componen la industria 4.0.

Los *cluster* son necesarios en la incorporación de la industria 4.0 en las empresas debido principalmente a aspectos como la dificultad actual que se tienen al acceso de las pymes a la innovación, desconocimiento general del término de industria 4.0, escasez de expertos en tecnologías, dificultad para lograr concretar proyectos reales, entre otros.

Con la presencia de los *cluster* en la aplicación de la industria 4.0 en el sector empresarial de cualquier territorio, se pueden lograr aspectos como mayor vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, dinamización de proyectos para pymes, mayor conexión entre el sector empresarial y las tecnologías, mayor facilidad de acceso a recursos de financiación, entre otros.

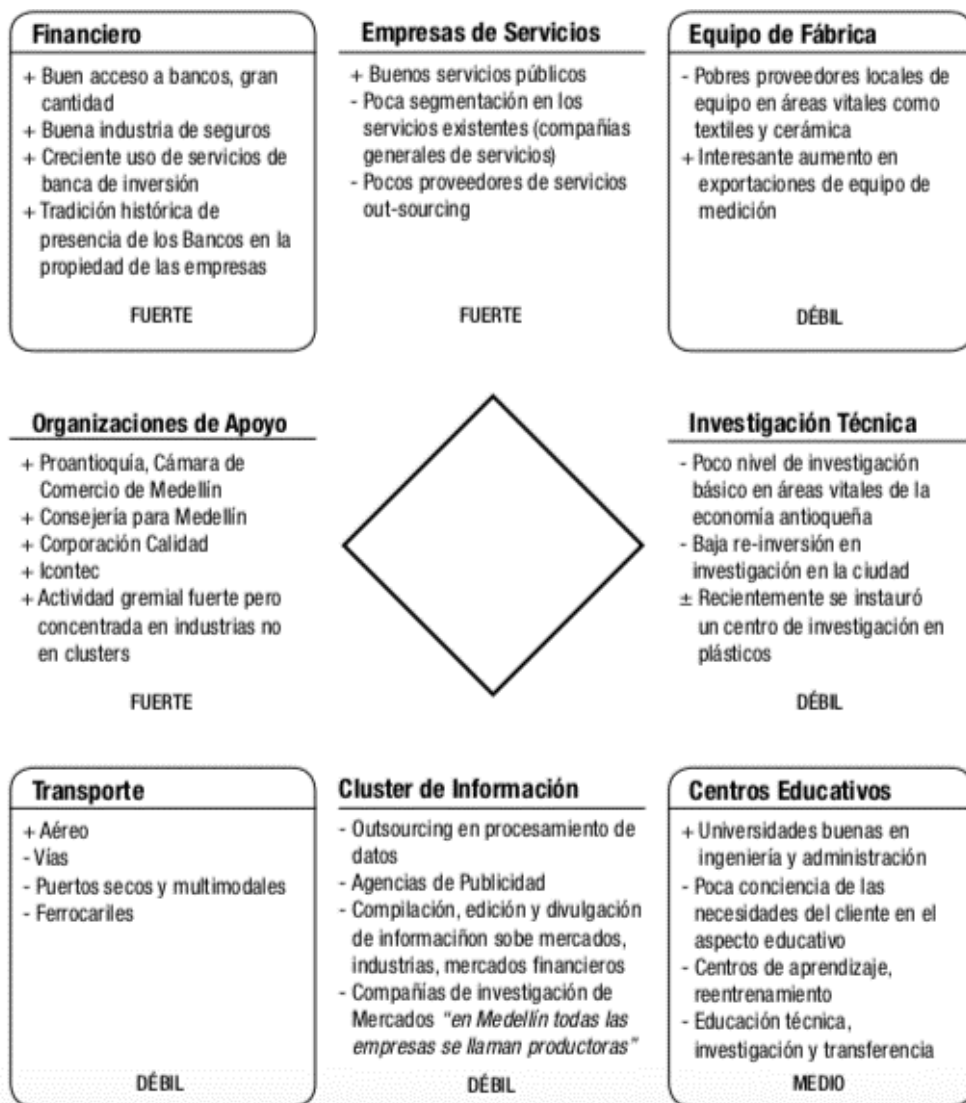
3.5. Importancia de la industria 4.0 en un contexto nacional y regional:

En Colombia, las industrias 4.0 han venido tomando fuerza, sobre todo el último año cuando a la ciudad de Medellín se le designó como el centro para la cuarta revolución industrial por parte del Foro Económico Mundial, permitiendo diversificar la economía no solo de la ciudad, sino del país.

En Medellín, el concepto de Cluster tuvo lugar en el proceso de construcción de futuro para la ciudad a finales de la década de los ochenta, cuando la elite empresarial de la región empieza a sentir los efectos de la crisis del modelo de sustitución de importaciones y decide con el gobierno local trazar una visión posible que le permita a la economía insertarse en las nuevas lógicas de acceso a mercados y competencia internacional. Es como en el año 1993, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, contrató una consultora internacional llamada Monitor Company Group LP, que realizó el Informe Monitor (Monroy Merchán, 2016, p. 11).

En el informe Monitor mencionado anteriormente, se realizó un análisis prospectivo para Medellín en cuanto al ambiente competitivo de la ciudad. En este documento se analiza diferentes aspectos relacionados con lo financiero, equipos, organizaciones de apoyo, investigación técnica, entre otros. A continuación, se muestra en el Gráfico 4 el diagnóstico realizado a la ciudad:

Gráfico 5. Análisis prospectivo para Medellín. Ambiente competitivo de Medellín



Fuente: (Monroy Merchán, 2016, p. 12)

Como resultado al diagnóstico descrito en la anterior gráfica, se realizaron algunas recomendaciones para la ciudad, entre las cuales se menciona que Medellín debe concebir e implementar una gran estrategia regional de aprendizaje, tecnología y conocimiento. Es aquí donde se considera que la ciudad desde la creación de la estrategia *cluster* y en la actualidad con su fortalecimiento, debe aprovechar todo el panorama positivo que existe actualmente en la región y la disposición que se tiene por parte de la institucionalidad con el fin de que las empresas de la ciudad mediante esta estrategia puedan acceder más fácilmente a las diferentes tecnologías que la industria 4.0 implica. Aquí “La estrategia de *cluster* que definió el *Informe Monitor* para Medellín se convirtió en la carta de navegación que orientó los planes de competitividad, de ciencia y tecnología para la ciudad” (Monroy Merchán, 2016, p. 11).

Atendiendo las recomendaciones dadas a la ciudad, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia de la mano con el sector público y el sector empresarial, ha trabajado por la

conformación de los diferentes *cluster* como estrategia de construcción de redes empresariales en diferentes sectores económicos de la región que permita el incremento de la competitividad en el territorio, entre otros.

Estas fueron algunas de las razones por las cuales se conformaron *cluster* para la ciudad de Medellín de acuerdo a los potenciales económicos identificados. Los *cluster* conformados fueron: Energía eléctrica, servicios de medicina y odontología, TIC, construcción, turismo de negocios, ferias y convenciones, textil, confección, diseño y moda.

Con la creación de los *cluster*, se conformó la denominada Comunidad *Cluster*, la cual ha logrado la integración del sector público y privado con el fin de generar estrategias entorno al desarrollo económico y donde los empresarios de la región tengan una participación activa (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-d).

En la actualidad, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, la Alcaldía de Medellín, con el apoyo de una empresa consultora denominada Idom y diferentes actores del ecosistema de innovación se encuentran trabajando en el desarrollo de una estrategia de especialización inteligente la cual permita acercar a las empresas a la cuarta revolución industrial.

Esta estrategia de especialización inteligente habla acerca de analizar la transformación que los *cluster* de la región debieron dar con el fin de atender los cambios del mercado global, entre ellos la entrada de la industria 4.0 al país y a la ciudad de Medellín, donde esta evolución se da como resultado de los cambios en el entorno económico e integración de las diferentes industrias con el fin de incrementar el impacto empresarial de la Comunidad *Cluster* y con ello lograr que la región se consolide como un territorio competitivo y sostenible, reconocido por su tejido empresarial de alto valor agregado y conocimiento especializado (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-c).

De acuerdo con lo anterior, Medellín ha venido afrontando estos cambios encaminados a la transformación en las industrias 4.0 mediante la transformación de la estrategia *Cluster*, la cual mediante dicho estudio “permitirá encontrar las áreas de especialización de la ciudad para enfocar allí las inversiones, teniendo como base la innovación y el desarrollo tecnológico” (Mercado, 2016, párr. 7).

A continuación, en la Tabla 2, se menciona la evolución presentada por cada uno de los *Cluster* y se describe como cada uno toma como base y aplica los nuevos enfoques resultados del estudio mencionado anteriormente:

Tabla 2. Nuevos enfoques de los *cluster* de Medellín y Antioquia

CLUSTER	NUEVO ENFOQUE	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	ALIADOS
<i>Cluster</i> Medellín Health City (anteriormente Medicina y Odontología)	Modelo centrado en el paciente, que permitan responder a los retos y oportunidades de la industria de la salud con énfasis en servicios de excelencia clínica, transformación	El modelo del <i>Cluster</i> integra las TIC como herramienta de interconexión de información que ayudan a promover y desarrollar una gestión basada en las siguientes líneas estratégicas: Medical Services: Desarrollar de nuevos modelos de Prestación de servicios de salud, en el contexto de	Alcaldía de Medellín, empresas de la industria de la salud (gestores), universidades, instituciones de fomento, Ruta N.

	<p>digital de la industria de la salud y desarrollo de productos de base tecnológica y valor agregado de conocimiento e innovación.</p>	<p>mejoramiento en resultados clínicos y resultados financieros. Predictive Health: Promover el desarrollo de productos y servicios basado en la transformación digital de la industria de la salud, la integración de los escenarios de atención. Consumer Health Products, Desarrollar productos y servicios orientados al consumidor de salud, de base tecnología en áreas como nutraceúticos, cosmaceúticos y dispositivos médicos.</p>	
<p><i>Cluster</i> Negocios Digitales (anteriormente TIC)</p>	<p>Evolución basada en las dinámicas propias de la industria TIC, que no solo han avanzado local sino nacionalmente y además, han alcanzado buen nivel de madurez. Además de ello, la ciudad y su ecosistema vienen ganando visibilidad en el mercado internacional.</p>	<p>Promover y desarrollar dinámicas para mejoramiento de la productividad, competitividad e innovación de industrias claves de la región a partir de procesos de Transformación Digital. Nichos de Especialización Productiva: Identificar y desarrollar oportunidades de negocio disruptivas orientados a una demanda especializada, bajo un esquema de trabajo colaborativo como una forma de apalancar nuevos negocios y abarcar mercados nacionales e internacionales. Estrategia de Desarrollo de Ejes Estratégicos: Centro de Desarrollo de Negocios Digitales.</p>	<p>Alcaldía de Medellín, MinTIC, Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín – ACI, Creame, CINTEL, Procolombia, Capitalia.</p>

<p><i>Cluster</i> Turismo de Negocios (anteriormente Turismo de Negocios, Ferias y Convenciones)</p>	<p>Sinergia entre la industria del turismo y la creativa con las demás industrias del país, con el propósito de contribuir al desarrollo del territorio y generar acciones que permitan posicionar la región como un destino inteligente, entendiéndose por este como un territorio innovador, que se fortalece desde aspectos tecnológicos, asegura el desarrollo sostenible, es accesible para todos y facilita la interacción</p>	<p>Business: el cual es la vocación de Medellín como destino de negocios reuniones, convenciones y eventos</p> <p>Leisure: el cual es la vocación de las regiones con la oferta complementaria de naturaleza</p> <p>Los elementos claves en los que se centra el enfoque del <i>Cluster</i> se entienden así:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Innovación: Estimula e incrementa la competitividad del destino turístico a través de la capacidad innovadora, que mejora las experiencias de los viajeros y residentes. -Tecnología: Impulsa nuevos modelos de consumo y de negocio en función de necesidades reales de los visitantes. -Sostenibilidad: Evita el impacto negativo sobre el medio ambiente y la cultura local, y genera ingresos y empleo para los residentes. Promueve el respeto de los viajeros hacia los habitantes y los lugares que visitan. 	<p>Alcaldía de Medellín</p>
	<p>e integración del visitante con el entorno, incrementando así la calidad de su experiencia y mejorando las condiciones de vida de quien habita en el lugar.</p>	<p>-Accesibilidad: Para contar con un territorio que no se limita por las barreras físicas, sensoriales o de comunicación.</p>	

<p><i>Cluster Hábitat Sostenible</i> (anteriormente Construcción)</p>	<p>Promueve acciones de cambio en las empresas localizadas en el Valle de Aburrá para lograr crecimiento económico de forma rentable y sostenible, identificando nuevos modelos de negocio basados en conocimiento y tecnología e incrementando la calidad de vida de la gente.</p>	<p>Dinamizar la base empresarial asociada al <i>Cluster</i> estructurando y ejecutando acciones para:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Amplificar las ventajas que se han construido en el territorio. -Apoyar los esfuerzos de las empresas para desarrollar ofertas de valor, en bienes y servicios, con mayor grado de sofisticación. -Apoyar los esfuerzos de la industria para explorar mercados y modelos de negocio. 	<p>MinTIC, Cámara de Comercio de Bogotá, DNP, Alcaldía de Medellín, ASOBIM, Capitalia, Cam. de Comercio de Bucaramanga, UdeA, UNAL, SENA, British Embassy Colombia, Embajada de Suiza.</p>
<p><i>Cluster Moda y Fabricación Avanzada</i> (anteriormente Textil, Confección, Diseño y Moda)</p>	<p>Fortalecimiento de organizaciones con una mayor automatización de los procesos, el desarrollo de nuevos materiales y la conectividad como eje transversal que les permita aumentar la participación en el mercado nacional e internacional y atraer nuevos consumidores inmersos en la economía digital.</p>	<p>Competitividad a través del Talento Humano: Red de Gestión Humana: Formalización, organizaciones saludables, formación pertinente. Formación de Líderes: Enfocada en productividad, innovación y desarrollo de talento humano. 90 empresarios impactados al finalizar 2018.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Productividad: Modelos de negocios enfocados a e-commerce. -Excedentes textiles: Misión Japón: Aprendizaje de metodología Kaizen, a través de una misión técnica diseñada para exclusivamente para el <i>Cluster</i>. Desarrollo de proveedores: Generar encadenamientos productivos. -Gestión digital: -Evento especializado: Empresario digital. Enfocado 	<p>DIAN, MinTIC, CTA, PROCOLOMBIA, ACI, Comfama, Comfenalco, ANDI, Bancóldex, Programa de Transformación Productiva, Tecnova, Confecámaras, INNpulsA, Sapiencia Medellín, PNUD, TCI.</p>

		<p>al e-commerce y marketing digital para empresarios de la industria.</p> <p>-Acceso a mercados: Incentivo a la exportación a través de convenios con Cámaras de Comercio binacionales, con el apoyo del Consultorio de Comercio Exterior.</p>	
Cluster Energía Sostenible	Promueve un ecosistema de ciudad-región responsable con el	<p>Ejes estratégicos: -Baja emisión: energías renovables, movilidad inteligente y sostenible, así como</p>	ISA, EPM, METALANDES, IEB,

(anteriormente Energía Eléctrica)	<p>ambiente con énfasis en eficiencia energética, energías renovables, economía circular, generación de energía a partir de residuos, auto y cogeneración y movilidad sostenible; impulsa la gestión inteligente de la energía y servicios públicos conexos, así como la promoción de los servicios asociados con el conocimiento especializado.</p>	<p>eficiencia energética y respuesta de la demanda.</p> <p>-Economía circular: gestión de residuos y waste2energy, auto y cogeneración.</p> <p>-Servicios de conocimiento: ingeniería, consultoría, diseño, formación y desarrollo tecnológico.</p>	<p>INMEL, INTERCOLOMBIA, DINPRO, HMV, GAMMA, TRONEX.</p> <p>Instituciones: Centro Nacional de Producción Más Limpia, CIDET, Corporación Industrial Minuto de Dios,</p>
-----------------------------------	--	---	--

Fuente: Elaboración propia a partir de (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-b)

Adicionalmente, es importante resaltar los principales aportes a la economía que cada uno de los *cluster* hace a la ciudad de Medellín y al departamento de Antioquia, como se puede visualizar en la Tabla 3.

Tabla 3. Principales aportes económicos cluster Medellín

CLUSTER	COMPORTAMIENTO EN LA ECONOMÍA
<p><i>Cluster</i> Moda y Fabricación Avanzada (anteriormente Textil, Confección, Diseño y Moda)</p>	<p>Este <i>cluster</i> comenzó con 7.577 empresas registradas y en 2015 aumentó a 9.956. El porcentaje de ocupación de empleo fue de 21,9 por ciento, según la Cámara de Comercio. El <i>cluster</i> se inspira en innovación y en crear valor compartido para toda la cadena.</p> <p>Período 2012-2013: Ingreaperacionales (miles de millones): 4,072.34 Producción (miles de millones): 4,965.67 Producción / PIB Dptal: 5.36%% Ingresos operacionales/ PIB Deptal:4.39%% Empleos en el <i>cluster</i>: 43831 Exportaciones / Producción: 16.79% Exportaciones / Ingresos Operacionales: 20.47%</p>
<p><i>Cluster</i> Turismo de Negocios (anteriormente Turismo de Negocios, Ferias y Convenicones)</p>	<p>Es el tercer <i>cluster</i> con mayor participación de ocupación de los seis, con una participación de 17,9 por ciento. Hacen parte del <i>cluster</i> todas las empresas y entidades relacionadas con la industria de eventos y reuniones en la ciudad. Según la Cámara de Comercio, este sector representa el 3,4 por ciento del PIB de Antioquia. Los restaurantes y bares son las principales estructuras empresariales que conforman este <i>cluster</i> con un 39,5 y 26,6 por ciento de participación, respectivamente.</p> <p>Período 2012-2013: Ingresos operacionales (miles de millones): 340.40 Ingresos operacionales/ PIB Deptal:0.37%%</p>
<p><i>Cluster</i> Negocios Digitales (anteriormente TIC)</p>	<p>Dicho <i>Cluster</i> reportó para 2015 3.704 empresas afiliadas y una participación en la ocupación laboral de 7,1 por ciento.</p> <p>Período 2012-2013: Ingresos operacionales (miles de millones): 631.70 Producción (miles de millones): 244.69 Producción / PIB Dptal: 0.26%% Ingresos operacionales/ PIB Deptal:0.68%% Empleos en el <i>cluster</i>: 929</p>

<p><i>Cluster</i> Medellín Health City (anteriormente Medicina y Odontología)</p>	<p>3.910 empresas hacen parte de este <i>cluster</i>, que en 2015 atendieron a 7.486 pacientes internacionales. Eso, según los voceros de la estrategia, representó un incremento de 1.058 pacientes extranjeros más que en el año 2014. Asimismo, la facturación por dichos pacientes atendidos llegó a 25.938 millones de pesos. Período 2012-2013: Ingresos operacionales (miles de millones): 271.19 Ingresos operacionales/ PIB Deptal:0.29%%</p>
<p><i>Cluster</i> Hábitat Sostenible (anteriormente Construcción)</p>	<p>Es el <i>cluster</i> que más ha crecido en número de empresas, pasando de 5.087 a 13.964 en 2015. Además, es la que mayor participación de ocupados tiene según la Cámara de Comercio, con un 40,7 por ciento. Insumos Globales, Edificios Sostenibles, y Soluciones Integrales de Infraestructura son los tres ejes en los que se enfoca el <i>cluster</i>. Desde su funcionamiento, ha intervenido un 1,5 por ciento de empresas grandes, un 6,2 por ciento de medianas, y un 92,3 por ciento de micro y pequeñas empresas. Período 2012-2013: Ingresos operacionales (miles de millones): 6,585.57 Producción (miles de millones): 6,943.32 Producción / PIB Deptal: 7.49%% Ingresos operacionales/ PIB Deptal:7.10%% Empleos en el <i>cluster</i>: 17959 Exportaciones / Producción: 5.82% Exportaciones / Ingresos Operacionales: 6.14%</p>
<p><i>Cluster</i> Energía Sostenible (anteriormente Energía Eléctrica)</p>	<p>Período 2012-2013: Ingresos operacionales (miles de millones): 88.23 Ingresos operacionales/ PIB Deptal: 0.10%%</p>
<p><i>Cluster</i> Café de Antioquia</p>	<p>Período 2012-2013: Ingresos operacionales (miles de millones): 631.09 Ingresos operacionales/ PIB Deptal: 0.68%% Área Cosechada (hectáreas): 109756 Rendimiento (toneladas por hectárea): 0.9330059404</p>

Fuente: Elaboración propia apartir de (Red *Cluster* Colombia, 2019)

Es importante resaltar que existen iniciativas *cluster* en el departamento de Antioquia enfocados en los sectores económicos: cacao, derivados lácteos y cítricos los cuales fueron creados recientemente por los que no han sufrido evolución alguna en su enfoque como los mencionados en la tabla 1.

Por otro lado, Medellín al ser designada como el centro para la cuarta revolución industrial, el alcalde actual (2019) de la ciudad, Federico Gutiérrez menciona:

Tenemos la posibilidad de que la Cuarta Revolución Industrial sea un momento de crecimiento económico exponencial, que genere equidad y oportunidades para toda la ciudadanía. Temas que a veces parece tan lejanos y complejos como la Ciencia de Datos, la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas o el Blockchain; serán ahora estudiados y potenciados desde nuestra ciudad para irradiar a toda América Latina y al mundo (Ruta n, 2019, párr. 6).

Es aquí donde la ciudad de Medellín tiene grandes oportunidades para potencializar diferentes tecnologías tanto para el territorio como para las empresas, ya que de acuerdo a lo mencionado por el Presidente de Colombia Iván Duque Márquez desde Davos “Tenemos una proyección de crecimiento para Colombia de más del 4,5 por ciento en los próximos 18 meses, y una de nuestras apuestas para lograrlo es incentivar la creación de startups centradas en las diferentes tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial” (Ruta n, 2019, párr. 3).

Es por esto que es importante que Medellín sea una ciudad-región pionera en potencializar estas tecnologías, siendo fundamental el trabajo conjunto entre universidad, empresa, estado y sociedad articulando los diferentes actores del ecosistema de la ciudad.

Se considera fundamental que tanto la estrategia *cluster* de la ciudad como las diferentes acciones enfocadas en la industria 4.0, se encuentren alineadas mediante estrategias y proyectos que como se mencionó anteriormente ayuden por ejemplo a la creación de *startup*, ya que los *Cluster* al ser quienes agrupan a las empresas de los principales sectores económicos de la región, deben poner a disposición toda su capacidad de liderazgo, gestión y relacionamiento con los diferentes actores.

Los *Cluster* deben aprovechar su evolución para continuar un arduo trabajo en el incremento de la competitividad del sector productivo de la ciudad – región como lo han venido haciendo, mediante diferentes estrategias y acciones que conlleven a que las empresas (tanto las ya existentes como las nuevas o *startup*) empiecen a utilizar las diferentes tecnologías de manera interconectada, a través de iniciativas perdurables en el tiempo y donde éstas puedan introducirse con mayor facilidad en la nueva revolución industrial.

La importancia de la implementación de las industrias 4.0 en el sector empresarial de la ciudad radica en que esto permitirá a las empresas ser más competitivas y no quedarse atrás frente a sus competidores y al mercado global ya que estas tecnologías contribuyen y hacen mucho más eficientes sus procesos internos y esto a su vez se verá reflejado en el crecimiento de la economía no solo local y regional si no nacional.

3.6. Aplicación de la industria 4.0 al Cluster que más aporta económicamente a la ciudad

Teniendo en cuenta el aporte económico que cada uno de los *cluster* de la ciudad de Medellín y al departamento de Antioquia, como se puede observar en la anterior información,

el *Cluster* Hábitat Sostenible es el que muestra mayor crecimiento y contribución.

Este Cluster tiene como propósito promover acciones de cambio en las empresas asociadas al sector, y que están localizadas en el Valle de Aburrá, con el fin de lograr un crecimiento económico de forma rentable y sostenible, identificando nuevos modelos de negocio basados en conocimiento y tecnología, e incrementando la calidad de vida de los ciudadanos (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-a, párr. 1).

Enfoca su estrategia en servicios integrales de infraestructura, edificios y ciudades e industria verde y sus aliados son entidades de carácter tanto público como privado del ámbito local, regional, nacional e internacional como el Ministerio de Tecnologías, Información y Comunicación, Camacol, Área Metropolitana, Alcaldía de Medellín, diferentes cámaras de comercio del país, diferentes instituciones de educación superior, cámara de industria y comercio colombo – alemana, entre otros (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-a).

De acuerdo con el observatorio de ciencia, tecnología e innovación de Ruta n, en un estudio de vigilancia tecnológica realizado para el sector construcción en el año 2015, enfocado en materiales sostenibles para la construcción, se describen las tendencias de este sector las cuales pueden ser adoptadas por dicho *Cluster* con el fin de aprovechar las áreas de oportunidad existentes en el mismo.

Este estudio contiene los aspectos más importantes especialmente en los últimos diez años y los puntos clave que vendrán a futuro, además, mercado de tecnologías y oportunidades, áreas de oportunidad y retos para las mismas, entre otros.

Algunas de las oportunidades que se describen en dicho informe de vigilancia tecnológica están enfocadas en construcción sostenible, materiales sostenibles y LEED, tamaños y crecimiento del mercado, tendencias de mercado y nichos, tendencias de tecnologías emergentes, nivel de madurez de la tecnología, líderes en desarrollo científico y tecnológico, redes de innovación, estándares y normatividad, materiales de construcción con residuos de construcción y demolición, entre otros.

Tomando como base los enfoques del *Cluster* Hábitat Sostenible mencionados anteriormente (infraestructura, edificios y ciudades e industria verde), la industria 4.0 puede tener diferentes aplicaciones teniendo en cuenta las diferentes tecnologías que la componen.

Es aquí donde es importante resaltar el término *smart cities* como un enfoque al que debe seguir apuntando la ciudad de Medellín teniendo donde este concepto abarca los diferentes focos del *cluster* mencionado, aprovechando la estrategia *cluster* que opera actualmente en la ciudad-región como un facilitador para que tanto la ciudad como las instituciones y las empresas puedan adoptar dichas tecnologías.

Smart cities o ciudades inteligentes son definidas como “aquellas que utilizan el potencial de la tecnología y la innovación, junto al resto de recursos para hacer de ellos un uso más eficaz, promover un desarrollo sostenible y, en definitiva, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos” (Carazo Alcalde, n.d, párr. 1), teniendo en cuenta beneficios tales como mejoramiento de la calidad del ambiente, ahorro en costos para las empresas y los ciudadanos, optimización de recursos, entre otros.

Dicho concepto es asociado a la capacidad que tienen las empresas relacionadas con tecnología para afrontar los diferentes desafíos modernos de la problemática urbanística (Patiño, 2014). Es por esto que la ciudad de Medellín debe continuar trabajando para posicionarse como una ciudad inteligente ya que cuenta con una interinstitucionalidad favorable

que tiene la capacidad de continuar liderando diferentes estrategias en pro de lograr lo anteriormente mencionado.

Otro concepto importante en cuanto a una ciudad inteligente es aquella que tiene una visión holística de sí misma y en la cual sus procesos se apoyan en el uso de las tecnologías y de la información, promoviendo la innovación y el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos (DNP, 2018 citado por Bonilla, 2018, p. 10).

Tomando como base una estructura general de este concepto desde dos perspectivas: Arquitectura de ciudad inteligente (esquema que refleja los diversos componentes de una ciudad inteligente y evidencia sus relaciones. Enfoque lógico) y Modelo de implementación (esquema que permite implementar el concepto de ciudad inteligente, siguiendo una metodología o una serie de pasos. Modelo en diagrama de flujo) (Bonilla, 2018).

La estrategia *cluster* es entonces una de las más importantes para la ciudad-región, donde debe enfocarse en que el territorio continúe sumergiéndose en las tecnologías que la industria 4.0 trae consigo, resaltando que Medellín es actualmente el centro para la cuarta revolución industrial para América Latina como se mencionó al inicio del presente artículo. “Medellín hoy está dentro de las cinco ciudades más inteligentes en América Latina, según el último estudio de smart cities” (Las2orillas, 2018, párr. 2). Sin embargo, es importante continuar trabajando en que la ciudad se fortalezca como ciudad inteligente, donde el *Cluster Hábitat Sostenible* en el marco de la estrategia *cluster* debe jugar un papel fundamental como líder de las diferentes acciones que se emprendan en este sentido, beneficiando no solo al sector público, si no al sector empresarial, especialmente las pymes, la sociedad y con el apoyo del sector académico.

Adicionalmente, el Alcalde de Medellín, Federico Gutiérrez menciona que “Medellín es la ciudad con más puntos gratuitos de Wifi en el país, además que cuenta con estrategias como Medata y Te Pillé, que conectan al Municipio con las necesidades informativas de sus habitantes”(Las2orillas, 2018, párr. 2).

Lo anterior, evidencia el compromiso que se tiene desde la administración local de la ciudad en seguir fortaleciendo a Medellín como una de las ciudades inteligentes de América Latina, donde “actualmente, el 2,14% del PIB se destina a realizar actividades relacionadas con innovación, ciencia y tecnología. La ciudad se comprometió con invertir el 3 % a 2021, pero de acuerdo con los avances mostrados, se espera cumplir esta meta antes de lo estipulado” (Las2orillas, 2018, párr. 8).

El reto es entonces para todos los actores que conforman el ecosistema de la ciudad, en donde las compañías que están adoptando las tecnologías aprovechan el potencial de industrias 4.0, las cuales se encuentran ante un reto acerca de cómo mejorar su capacidad laboral actual con el fin de asumir los nuevos roles de trabajo gracias a la industria 4.0 y para reclutar nuevos empleados con las habilidades adecuadas (Marr, 2018).

Un gran avance desde el gobierno nacional en cuanto al papel facilitador para la industria 4.0 en el país y que beneficiará sin duda a las regiones, es que desde el Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – MinTIC, se planteó la política pública en materia TIC, con miras a promover la construcción de un modelo de Ciudades y Territorios Inteligentes en el país.

El documento de la política pública tiene como objetivo plantear los lineamientos para poner en marcha los diferentes programas relacionados con el sector de la tecnología en los

diferentes territorios.

Con esta política, el gobierno nacional busca estandarizar el diseño y puesta en ejecución de programas desde la perspectiva del sector TIC que hagan uso de habilitadores tecnológicos, bajo principios de libre competencia, neutralidad tecnológica, optimización y eficiencia de los recursos involucrados, y de interoperabilidad de las plataformas, equipos, sistemas de información y herramientas informáticas y de TI que se involucren. Existen seis componentes sobre los cuales las ciudades pueden generar iniciativas, mediante el uso y aprovechamiento de las TIC, para ser consideradas inteligentes. Estos son: entorno inteligente, economía inteligente, personas inteligentes, vida inteligente, gobernanza inteligente, movilidad inteligente (MinTIC, 2018).

La mayoría de las iniciativas de Ciudad Inteligente han sido de ámbito local y con el fin de fortalecer la planificación y administración, con base en el uso de la tecnología y el análisis de datos, haciendo énfasis en una ciudadanía activa y participativa, proyección a los objetivos de desarrollo sostenible - ODS e iniciativas adaptadas a las necesidades y vocación productiva de las ciudades (Bonilla, 2018).

4. Discusión

Teniendo en cuenta la realidad actual de la ciudad de Medellín enmarcada en un contexto nacional, es fundamental como se mencionó anteriormente, que todos los actores de la misma se comprometan a trabajar en facilitar la adopción de las tecnologías que componen la industria 4.0, donde el sector público juega un papel de facilitador de las condiciones mediante políticas o estrategias como la denominada estrategia *cluster* de la ciudad de Medellín y la implementación de las mismas desde las estructuras internas gubernamentales, el sector empresarial como líderes y quienes deben tener toda la disposición en mejorar sus procesos internos, la academia y la sociedad.

La industria 4.0 no solo es aplicable al *Cluster* Hábitat Sostenible tomando como base las ciudades inteligentes, si no que la industria 4.0 es transversal a todos los sectores económicos del territorio, es decir que, de acuerdo a esto, todas las economías de la ciudad deben trabajar conjuntamente en promover la cuarta revolución industrial al interior de las mismas.

5. Conclusiones

- El apoyo del sector privado y público es fundamental para la implementación de las industrias 4.0 en las ciudades.
- Las diferentes tecnologías enmarcadas en la industria 4.0 debe ayudar a los territorios a gestionarse como inteligente con el fin de solucionar problemas de la sociedad.
- Es fundamental para el desarrollo de Medellín como centro para la Cuarta Revolución Industrial que la estrategia *Cluster* brinde un apoyo transversal a través del desarrollo de proyectos que conlleven a la creación de startup relacionadas con las principales tecnologías a las cuales la ciudad quiere enfocarse.
- La estrategia *cluster* de la ciudad de Medellín debe continuar un trabajo arduo en contribuir a que el territorio se posicione como una de las ciudades inteligentes de América Latina.

- El papel del sector público en la ciudad de Medellín es relevante para que, de la mano con la estrategia *cluster* lideren y faciliten las condiciones adecuadas para fortalecer la ciudad de Medellín como un territorio inteligente.
- Aunque las ciudades inteligentes están enfocadas en el presente artículo en el *Cluster Hábitat Sostenible*, la industria 4.0 es transversal a todos los sectores económicos, por lo que se considera importante que todos los *cluster* trabajen enfocados en hacer de la ciudad de Medellín una ciudad inteligente.
- Aunque actualmente se cuenta con respaldo desde el gobierno nacional para la implementación de la industria 4.0 en las ciudades, es importante fortalecer el apoyo que desde lo público se da.
- Es importante articular las distintas acciones que se realizan en las ciudades y territorios para hacer más eficiente y oportuna la ejecución de sus planes de desarrollo en cuanto a la implementación de las diferentes tecnologías enmarcadas en la industria 4.0.

6. Referencias:

- Bonilla, P. A. (2018). Política de ciudad y territorio inteligente. Retrieved April 20, 2019, from [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda Agua y Desarrollo Urbano/SMART CITIES/2018/2_Política Ciudad y Territorio Inteligente_PBONILLA \(1\).pdf?](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda_Agua_y_Developimiento_Urbano/SMART_CITIES/2018/2_Política_Ciudad_y_Territorio_Inteligente_PBONILLA_(1).pdf)
- Business Development. (2018). Industry 4.0: The Top 9 Trends For 2018 | Boost Solutions. Retrieved April 20, 2019, from <https://boost.solutions/blog/top-9-trends-industry-4-0/>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-a). Cluster Hábitat Sostenible. Retrieved April 20, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/comunidad-cluster/cluster-habitat-sostenible>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-b). Cluster y competitividad. Retrieved April 17, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/que-es-la-estrategia-cluster>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-c). Evolución de la estrategia cluster. Retrieved April 17, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/comunidad-cluster/cluster-energia-sostenible/evolucion-de-la-estrategia>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-d). Qué es la Estrategia Cluster. Retrieved April 17, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/que-es-la-estrategia-cluster>
- Carazo Alcalde, J. (n.d.). Ciudad inteligente. Retrieved April 20, 2019, from <https://economipedia.com/definiciones/ciudad-inteligente-smart-city.html>
- Gobierno de España. (n.d.). Ayudas a la iniciativa Industria Conectada 4.0. Retrieved April 17, 2019, from <http://www.mincotur.gob.es/PortalAyudas/IndustriaConectada/Paginas/Index.aspx>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación documental*.
- Joyanes Aguilar, L. (2017). Ciberseguridad la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). *Cuadernos de Estrategia, ISSN 1697-6924, N°. 185, 2017 (Ejemplar Dedicado a: Ciberseguridad: La Cooperación Público-Privada)*, Págs. 19-64, (185), 19–64.
Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6115620>
- Las2orillas. (2018). Medellín, en el top de las ciudades inteligentes de América Latina - Las2orillas. Retrieved April 20, 2019, from <https://www.las2orillas.co/medellin-en-el-top-de-las-ciudades-inteligentes-de-america-latina/>
- Marr, B. (2018). What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone. Retrieved April 20, 2019, from <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#278ab2ac9788>
- Mercado, D. A. (2016). Debaten entre especializar o modificar los Cluster de Medellín - Medellín - Colombia -

- ELTIEMPO.COM. Retrieved April 17, 2019, from <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/debaten-entre-especializar-o-modificar-los-cluster-de-medellin-46188>
- Ministerio de Industria, E. y T. (n.d.). *Industria Conectada 4.0 La transformación digital de la industria española*. Nuevas actuaciones.
- MintIC. (2018). MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES RESOLUCIÓN NÚMERO DE 2018. Retrieved April 20, 2019, from https://mintic.gov.co/portal/604/articulos-64032_recurso_1.pdf
- Monroy Merchán, M. L. (2016). El concepto clúster, ¿expectativas creadas o realidades posibles?: el caso Medellín, Colombia, 19. Retrieved from <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/posgrados/20160712025540/MONROY-MERCHAN.pdf>
- Newman, D. (2018). Four Digital Transformation Trends Driving Industry 4.0. Retrieved April 20, 2019, from <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2018/06/12/four-digital-transformation-trends-driving-industry-4-0/#7941b172604a>
- Patíño, J. A. (2014). Datos abiertos y ciudades inteligentes en América Latina. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37089/S1420540_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the New Economics of Competition. Retrieved April 17, 2019, from <https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>
- Red Cluster Colombia. (2019). Red Cluster Colombia - Listado de iniciativas. Retrieved April 30, 2019, from <https://redclustercolombia.com/clusters-en-colombia/lista-de-iniciativas>
- Ruta n. (2019a). Cuarta revolución industrial. Retrieved May 28, 2019, from <https://www.rutanmedellin.org/es/cuarta-revolucion-industrial>
- Ruta n. (2019b). Medellín, centro de América Latina para la Cuarta Revolución Industrial - Ruta N. Retrieved April 17, 2019, from <https://www.rutanmedellin.org/es/noticias-rutan/item/medellin-centro-de-america-latina-para-la-cuarta-revolucion-industrial>
- Valdivia-Altamirano, W. F. (2011). Economía, sociedad y territorio : EST. *Economía, Sociedad y Territorio*, 11(36), 547–552. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212011000200011
- Velásquez-Juárez, J. A., Valencia-Pérez, L. R., & Peña-Aguilar, J. M. (2017). LA INDUSTRIA CONECTADA 4.0. *Revista CEA*, 2(3), 101. <https://doi.org/10.22430/24223182.268>

Políticas públicas, sistemas regionais de inovação e transição para a sustentabilidade: o caso bosch-curitiba

Cristina Maria Souto Ferigotti
Fundação de Estudos Sociais do Paraná, Brasil.
cmferigotti@uol.com.br

Jonatas Soares Santos
Bosch Curitiba, Brasil.
Jonatas.Santos@br.bosch.com

Resumo

Este artigo enfoca Modelo de Negócios (MN), para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), na Bosch Curitiba/Brasil, articulando conceitos de Sistema Regional de Inovação (SRI) e políticas públicas para inovação. O objetivo da pesquisa foi associar os conceitos de MN, SRI e políticas públicas para inovação, procurando responder à seguinte pergunta: Como MN para a inovação contribui para criar valor, a partir de políticas públicas em ambiente de transição para a sustentabilidade? Este trabalho aborda a pergunta ao setor automotivo, a partir de um estudo de caso. O delineamento do estudo foi uma abordagem exploratório-descritiva, qualitativa e transversal, com um estudo de caso único como método, na Bosch Curitiba, divisão da *Powertrain Solutions*, dedicada à operações para a eletromobilidade do Grupo Bosch. A partir da questão de pesquisa, o trabalho se propôs a alcançar dois objetivos específicos: i) associar políticas públicas para inovação aos objetivos e impactos esperados, ii) analisar MN para inovação sustentável frente a implementação de estratégias para alcance dos princípios ODS. Para tal, entrevistas foram realizadas com gestores e coordenadores, além de observação participante e pesquisa de fonte secundária. Como resultado as evidências sugerem que a empresa em estudo implementou inovação em MN para mobilidade, articulando cooperação entre universidades, incentivando pesquisas para projetos de inovação sustentável a partir do estímulo de políticas públicas. Foi possível concluir que houve aumento em nível de qualificação de recursos humanos e acesso a especialistas, para apoio técnico e aconselhamento, em MN em inovação sustentável, em ambiente de transição para a sustentabilidade, em consonância aos princípios ODS.

Palavras chaves

Modelos de negócios, inovação, sustentabilidade, políticas públicas.

1. Introdução

Este artigo enfoca Modelo de Negócios (MN) para o alcance de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da ONU (2015), na Bosch Curitiba/Brasil, articulando conceitos de Sistema Regional de Inovação (SRI) e políticas públicas para inovação.

O trabalho compreende MN como em Bocken, Short, Rana, e Evans (2014) sendo a reconceitualização dos objetivos da empresa, da lógica e criação de valor possibilitando redesenhar o seu propósito e inserindo inovação em suas estratégias, de modo que

considerações sobre a sustentabilidade estejam integradas em sistemas desde a ideia até a comercialização de produtos (Charter & Clark, 2007). Sendo assim, há necessidade de criação de valor em MN por meio da combinação de recursos externos e internos em seu conjunto de atividades (Zott, Amit & Massa, 2011), que podem ser nacionais, setoriais ou regionais e estão relacionados à atividades chave como o desenvolvimento de competências e aprendizagem organizacional (Edquist, 1997, 2005). O artigo enfoca Sistema Regional de Inovação (SRI), compreendido como infraestrutura institucional de apoio à inovação dentro da estrutura de produção de uma região (Asheim & Gerlter, 2005). Visto que as empresas como protagonistas da inovação estão inseridas em elementos sistêmicos inerentes a seu mercado e recursos, dependentes de sua trajetória tecnológica e determinantes políticos (Niosi, Bellon, Saviotti & Crow, 1992). Por outro lado, políticas “envolvem uma intervenção pública para apoiar a geração e a difusão de novos produtos, processos ou serviços, mas também novos modelos de negócio e arranjos organizacionais, novas formas de comercialização de distribuição de produtos, novos insumos para produção, entre outras atividades inovadoras” Simonsen e Figueiredo (2018 p. 21). E, em se tratando de políticas de inovação, para serem efetivas necessitam do desenvolvimento apropriado na forma de coordenação entre grupos de atores, incluindo não governamentais que influenciam as trajetórias de inovação e sua difusão Kuhlmann e Rip (2014).

Sendo assim, o objetivo da pesquisa foi articular os conceitos de MN, SRI e políticas públicas para inovação, procurando responder à seguinte pergunta: Como MN para a inovação sustentável contribui para criar valor a partir de políticas públicas em ambiente de transição para a sustentabilidade? Este trabalho aborda essa pergunta ao setor automotivo, a partir de um estudo de caso (Yin, 2015), na Bosch Curitiba, uma divisão da *Powertrain Solutions*, dedicada a operações para a eletromobilidade do Grupo Bosch. A partir da questão de pesquisa, o trabalho se propõe a alcançar dois objetivos específicos: i) associar a política pública para inovação aos objetivos e impactos esperados, ii) analisar MN para inovação sustentável frente a implementação de estratégias para alcance dos princípios 7 a 9 do ODS de acordo com a ONU (2015).

Para atingir os objetivos propostos, o artigo a partir da Introdução está estruturado em Seção 2 Fundamentação teórica; Seção 3 O Contexto do estudo: A Bosch Curitiba; Seção 4 Metodologia e design de pesquisa; Seção 5 Análise e discussões; Seção 6 Considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica da pesquisa é composta por conceitos de i) inovação; ii) sistemas regional de inovação; iii) políticas públicas e iv) modelos de negócios. A inovação neste artigo é vista como em Tidd, Bessant e Pavitt (2015), como processo que agrega valor a ideias com realizações práticas. Além disso, a abordagem mais integrada da inovação pressupõe relações interorganizacionais e neste sentido, a empresa inovadora tem a colaboração de vários parceiros, tais como: fornecedores, usuários, startups, consultorias especializadas, universidades e institutos de pesquisa como em Simonsen e Figueiredo (2018). Além disso, o ambiente da inovação está em transição para a sustentabilidade (Geels, 2011), onde condições de regime sociotécnico e de cenário afetam os sistemas de inovação.

A capacidade de entender oportunidades depende da compreensão sobre institutos de pesquisa públicos e acadêmicos, cadeias de suprimento e distribuição, agências reguladoras, mercados de trabalho e outras instituições locais, de acordo com a literatura sobre sistemas

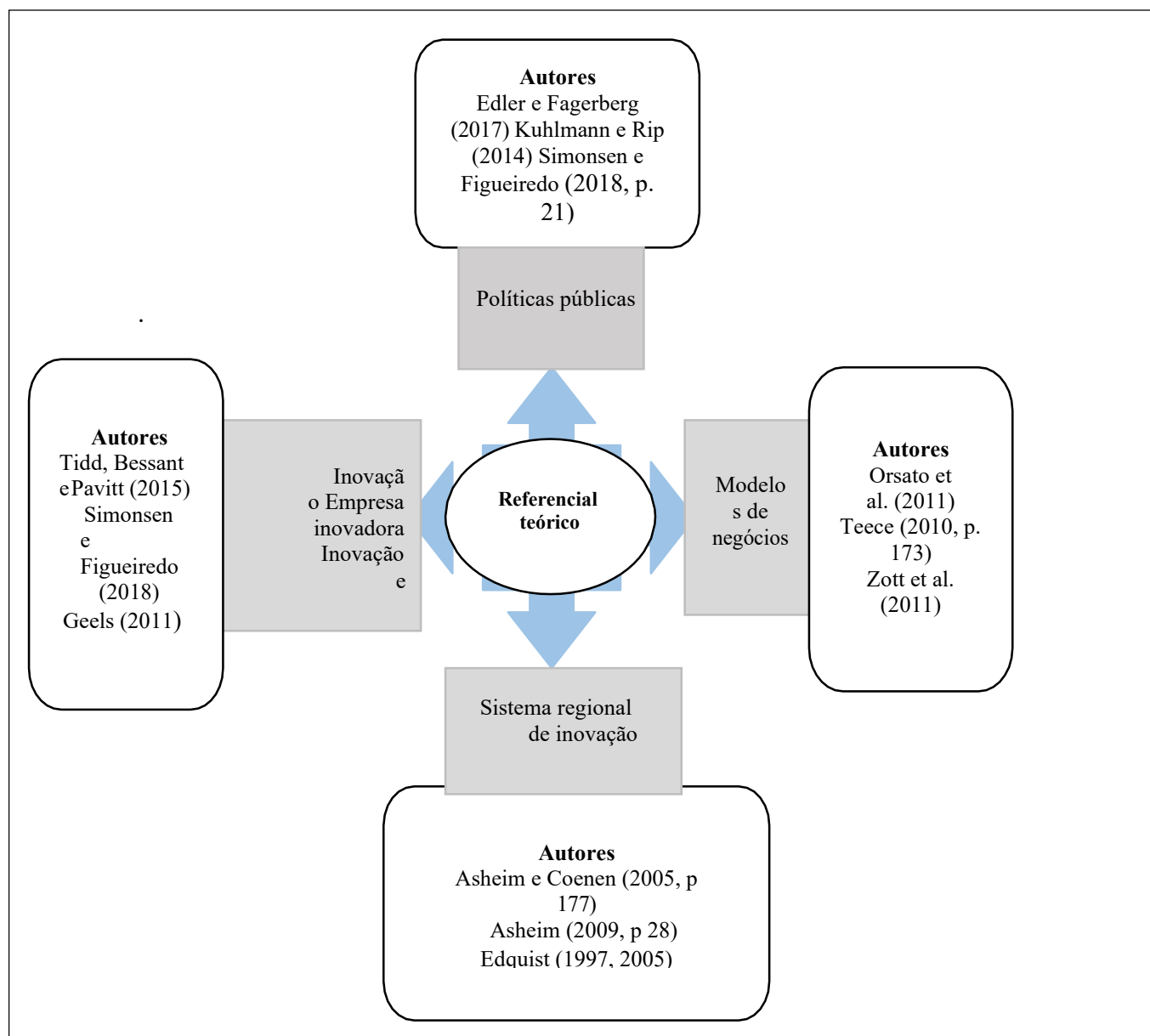
nacionais de inovação (Nelson, 1993), que podem ser nacionais, setoriais ou regionais e estão relacionados a atividades chave como desenvolvimento de competências e aprendizagem organizacional (Edquist, 1997, 2005). Elas estão envolvidas em SRI, “que compreendem organizações e instituições e o suporte à aprendizagem e inovação com o foco explícito na construção de competências e inovações organizacionais” (Asheim, 2009, p 28). SRI é aqui compreendido como infraestrutura institucional de apoio à inovação dentro da estrutura de produção de uma região (Asheim & Coenen, 2006).

Mais do que isso, o artigo compreende políticas públicas que afetam a inovação como em Edler e Fagerberg (2017), orientadas para sistemas de inovação (Asheim, Coenen & Vang, 2007), quando algum componente vital necessita de melhorias ou de competências. Visto que políticas “envolvem uma intervenção pública para apoiar a geração e a difusão de novos produtos, processos ou serviços, mas também novos modelos de negócio e arranjos organizacionais, novas formas de comercialização de distribuição de produtos, novos insumos para produção, entre outras atividades inovadoras” Simonsen e Figueiredo (2018, p. 21). No entanto, para fazer políticas de inovação mais efetivas deve-se dar uma direção clara (Perez, 2016), desse modo e decorrente destas questões, este estudo inspira-se em outros na associação entre processos de inovações com políticas públicas e transição para a sustentabilidade (Markard, Raven & Trufen, 2012) e Fagerberg (2017).

Atualmente no Brasil algumas políticas públicas afetam a inovação e intervêm no ambiente de SRI, entre elas: a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) e recentemente o (Decreto 9.283/2018, 2018), que dispõe sobre medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, estimulando a cooperação entre atores de SRI. Também, nesse sentido está a Rota 2030 (Lei nº 13.755/2018), que tem o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, e a eficiência energética. Bem como estabelece incentivos fiscais para o desenvolvimento regional e podem ser utilizados concomitantemente com o novo regime automotivo (ex: Lei do Bem), tais requisitos para a comercialização de veículos são consonantes com alguns princípios ODS.

A definição usada para MN neste artigo é "articula a lógica que demonstra como um negócio cria e entrega valor aos clientes e delinea a arquitetura das receitas, custos e lucros associados a entregar esse valor" (Teece 2010, p. 173). Além disso, valor em MN ocorre por meio da combinação de recursos externos e internos em seu conjunto de atividades (Zott, Amit & Massa, 2011). MN compreende uma proposta de valor inteligente em termos de contexto e funcionalidade e tecnologia alinhada com a demanda do consumidor à produtos sustentáveis (Orsato, Dijk, Kemp & Yarime 2011), destinada a proteger ou melhorar o ambiente natural, conservando energia e/ou recursos e reduzindo ou eliminando o uso de agentes tóxicos, poluição e resíduos (Ottman, Stafford & Hartman, 2006) Por outro lado, MN orientado para a inovação sustentável está relacionado à coerência institucional de seu respectivo contexto de estrutura (Fuenfschilling & Truffer, 2014), em regime sociotécnico (Geels, 2011). A Figura 1 apresenta uma síntese dos principais autores que compõe o referencial teórico.

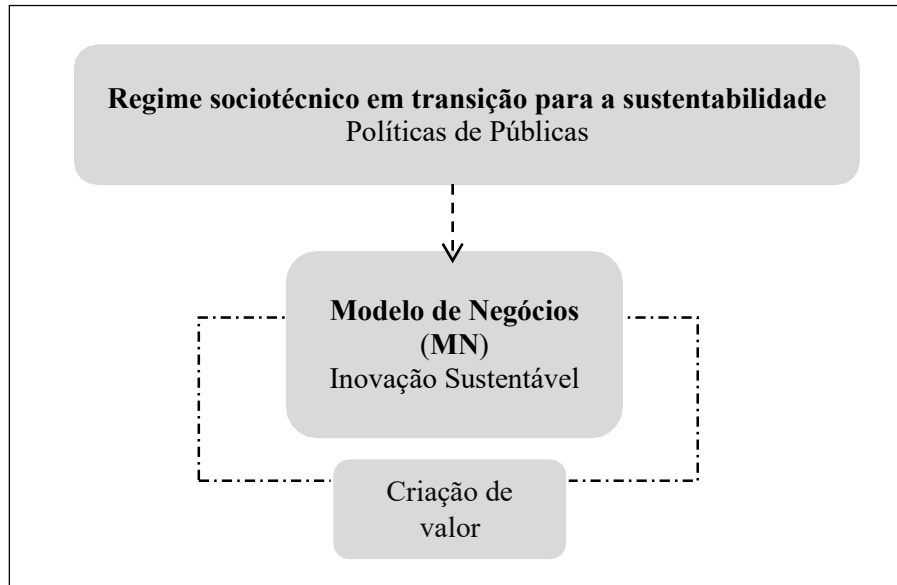
Figura 1. Síntese dos principais autores que compõe o referencial teórico



Fonte: Elaboração própria a partir de fundamentação teórica.

A partir das ideias apresentadas na fundamentação teórica e ilustradas na Figura 1 foi possível elaborar o modelo conceitual apresentado na Figura 2.

Figura 2- Modelo conceitual



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 2 ilustra a articulação entre políticas de inovação no ambiente de transição para a sustentabilidade, em regime sociotécnico e modelos de negócios para a criação de valor. O modelo proposto contribui para compreender a abordagem da seguinte questão:

Como MN para a inovação sustentável contribui para criar valor, a partir de políticas públicas, em regime sociotécnico em transição para a sustentabilidade?

Para analisar a questão acima, além da base teórica sobre i) inovação; ii) sistemas regional de inovação; iii) políticas públicas e iv) modelos de negócios foi utilizado o Quadro 1, de Simonsen e Figueiredo (2018), que exemplifica a relação entre oferta de políticas públicas no Brasil e os impactos esperados.

O Quadro 1 classifica nas colunas oferta e demanda de políticas públicas, relacionando à objetivos e impactos esperados em relação à aplicação delas.

Quadro 1. Alguns exemplos de instrumentos de oferta e demanda da política de inovação

Exemplos de instrumentos de oferta e demanda Política de inovação	Oferta	Demanda	Objetivos e impactos esperados
1. Políticas para treinamento e qualificação de recursos humanos para empresas	✓		Aumentar nível de qualificação de recursos humanos (<i>skills</i>)
2. Medidas de apoio à proteção de propriedade intelectual	✓		
3. Política de apoio ao empreendedorismo (incluindo incubadoras e mecanismos similares)	✓		Acesso a especialistas

4. Serviços de apoio técnico e aconselhamento	✓		
5. Estímulo a demandas por inovação	✓		
6. Criação de incentivos para estimular demanda por novos produtos e serviços	✓		Aumento da demanda do setor privado e de consumidores por inovação
7. Medidas para conscientizar e estimular consumidores para novos produtos e serviços	✓		
8. Várias formas de regulação	✓		
9. Medidas de estímulo ao desenvolvimento de capacidades tecnológicas para inovação em empresas	✓	✓	Desenvolvimento de capacidades para inovação em empresas ao longo da cadeia de valor

Fonte: Adaptado de Simonsen e Figueiredo (2018).

3. O Contexto do estudo: A Bosch Curitiba

Em 2004, o grupo Bosch passou a ser signatária do Pacto Global aderindo aos dez princípios desta iniciativa para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015). A iniciativa envolveu o comprometimento e desenvolvimento com inovações em produtos e novos modelos de negócios com base em sustentabilidade (Bosch, 2017). E, em relação aos princípios para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o grupo Bosch divulgou em seu último relatório iniciativas vinculadas às ODS (ONU, 2015), com ações em atendimento à proteção ambiental, a saber: i) princípio 7- redução de CO₂ em 32.8% em relação a 2017; ii) princípio 8 - gastos de 54% com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), para produtos sustentáveis; iii) princípio 9 - desenvolvimento e distribuição de tecnologias amigáveis ao ambiente com ações de certificação ISO 14001, ISO 50001, redução do volume de resíduos e consumo de água (Bosch, 2017, 2018).

A partir de 2016, a Bosch Curitiba constitui-se como uma divisão dedicada a operações para a eletromobilidade do Grupo Bosch, a *Powertrain Solutions Latin America*. Fruto de um re-alinhamento de setores de negócios do grupo, que abrangeu a estruturação em áreas específicas de negócios: Soluções de mobilidade, tecnologia industrial, bens de consumo e tecnologia de construção. Em busca de soluções para a mudança estratégica que estava ocorrendo na subsidiária brasileira, em ciclos de planejamento estratégico, a Bosch identificou a necessidade de implantar MN para acelerar o processo de inovação compreendendo a sustentabilidade como norma cultural e estratégica (Bosch, 2017). Desse modo a Bosch Curitiba, passou a pesquisar sobre novas regulações e expectativas governamentais e estabelecer visão compartilhada com atores chave do SRI para a criação de valor.

Em 2018, a Bosch Curitiba firmou convênio com a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, agência de fomento vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná. Foi criado o Programa de Bolsas Fundação Araucária/ Bosch com o intuito de incentivar a articulação de instituições de ensino superior e institutos de pesquisa e a Bosch, com dois objetivos: i) oportunizar aos acadêmicos a atuação em projetos de inovação desenvolvidos dentro da empresa e ii) favorecer o aprendizado de estudantes em práticas diferenciadas em relação à inovação na área de modelo de negócios. O projeto previa a participação de um professor especialista para fornecer orientação periódica ao estudante bolsista participante em time de inovação para a intra-startup “System Project”. As orientações deveriam considerar etapas de projeto com avaliação de atratividade de mercado, viabilidade econômica financeira e

viabilidade legal, bem como a utilização de metodologias apropriadas para projetos de inovação construindo uma visão aderente aos valores e direcionadores estratégicos da organização. Sendo assim desenvolveu-se o “System Project”.

3.1. “System Project” para veículos comerciais: inovação tecnológica e modelo de negócios na Bosch Curitiba

Sendo a inovação sustentável um dos pilares do MN para a Bosch (2017, 2018), em 2018 ocorreu uma tomada de decisão estratégica para o “System Project”, para veículos comerciais (veículos de frotas comerciais, ônibus ou caminhões), avaliado no Brasil e na Alemanha, concluiu-se que deveria sofrer etapas de aceleração em cem dias.

A oportunidade foi relevante para o SRI, para desenvolver o MN “local to local”, visto a importância da Bosch Curitiba no setor automotivo, o que representa a reconfiguração de ativos, adaptando-o para o mercado brasileiro. A descrição da inovação corresponde a um sistema de sensores e software para o acionamento de motor e gestão de bateria, que desliga o motor quando o veículo estiver em marcha lenta. A tecnologia irá ocasionar a redução de consumo de combustível, promovendo a eficiência energética e diminuindo a emissão de CO₂ em aderência ao princípio 7 e 9 dos ODS.

Outro pilar importante para o MN é o cliente, no sentido de saber o que é desejável para ele, a fim de sentir-se estimulado a usar a nova tecnologia. A inovação enquanto solução técnica foi avaliada em mais de cem entrevistas, com possíveis usuários em segmentos específicos de veículos comerciais. A viabilidade econômica do MN foi planejada desde o início do projeto, quando procurou-se investigar o conjunto de fatores tecnológicos, mercadológicos e de produção que poderiam contribuir para o sucesso do MN. E, no decorrer deste estudo, o MN para o “System Project” tem evoluído com outras evidências sobre o projeto em aceleração.

No entanto, o desenvolvimento do MN e a sua pesquisa suscitou a publicação deste artigo de modo a compartilhar o conhecimento sobre políticas públicas e a interação com SRI. Para obter evidências e analisar as informações a metodologia de pesquisa foi qualitativa com estudo de caso (Yin, 2015), como detalhado na próxima Seção.

4. Metodologia e design de pesquisa

A pesquisa realizada na Bosch Curitiba/Brasil, entre 2018 e 2019 teve duas etapas a saber: i) exploratória para o atendimento à chamada pública do projeto de Programa de Bolsas Fundação Araucária e Bosch; ii) estudo de caso “MN para startup corporativa System Project”.

O método da pesquisa foi qualitativo e descritivo, com design transversal de acordo com Miles e Hubermann (1994), visto que o fenômeno investigado está presente no mesmo momento do intervalo de tempo analisado. A metodologia compreendeu em uma primeira etapa exploratória, a pesquisa bibliográfica, combinado reuniões formais e informais, com representantes da Bosch e da Fundação Araucária. O propósito foi ajustar e conhecer o projeto para promover a inovação em ciclos de aceleração para startups estratégicas para empresa. Concomitante às reuniões, ocorreu a observação do espaço dedicado às startups na planta industrial da Bosch e em outro escritório, localizado em outra região da cidade de Curitiba/Pr.

Na segunda etapa, o referencial metodológico foi estudo de caso único (Yin, 2015), para responder a *como* e *por que* certos eventos ocorrem em um determinado espaço de tempo, associado à pesquisa ação, visto que “a ação do pesquisador e dos representantes participativos da

situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo” (Thiollent, 1985, p.14).

As fontes de informação foram primárias com a observação participante no projeto, associada a entrevistas com indivíduos envolvidos diretamente na equipe de projeto para definição de MN da startup “System Project” e outros de apoio. Também foram utilizadas fontes secundárias, como consulta à relatórios do Grupo Bosch, apresentações corporativas para participantes do projeto de aceleração de inovação e consulta a sites. Assim como reunião formal para lições aprendidas na instituição de ensino envolvida no projeto.

O método empregado para a definição da amostragem foi como em Bryman (2012, p. 424), “onde o pesquisador faz contato inicial com um pequeno grupo de pessoas que são relevantes para as questões de pesquisa”. Sendo assim, a amostra com 10 pessoas compreendeu jovens recém- formados, participantes dos projetos de startups para a inovação, bem como funcionários especialistas com anos de experiência na Bosch, por exemplo: com mestrado em termodinâmica, assim como especialização em desenvolvimento de produtos, além de indivíduos com formação executiva em inovação e empreendedorismo configurando uma amostra por conveniência (Hair, Babin, Money & Samuel, 2005).

A unidade de análise refere-se ao “MN System Project”, cuja definição foi a partir dos seguintes critérios: i) ser fonte de evidências para substanciar a questão de estudo e interpretá-la; ii) possibilitar a avaliação sobre o desenvolvimento de modelo de negócios para inovação sustentável; iii) obter evidências sobre a adoção de requisitos de sustentabilidade em projetos de produtos; iv) habilitar o pesquisador ao conhecimento sobre o caso (Patton, 2015). A triangulação de fontes de evidências ocorreu para verificar a validade e confiabilidade dos constructos (Yin, 2015), com o método de análise de conteúdo (Bardin, 2011). Posteriormente ocorreu a validação dos dados com informante chave da organização e o departamento jurídico da empresa.

5. Análise e discussões

No decorrer dos estudos dois objetivos específicos tornaram-se relevantes para avançar na análise do problema: i) associar os objetivos e impactos esperados às políticas públicas; ii) analisar MN para inovação sustentável frente a implementação de estratégias para alcance dos princípios 7 a 9, ONU (2015).

5.1. Associar os objetivos e impactos esperados às políticas públicas

A partir de 2016, em resposta a mudança no ambiente interno do Grupo Bosch, a empresa brasileira foi estimulada à rápida mudança. Com ciclos de planejamento estratégico, identificou necessidade de implantar processo de inovação compreendendo a sustentabilidade em MN como norma cultural e estratégica Bosch (2017). Desse modo ocorreu mudança estratégica na empresa em Curitiba, levando-a à pesquisar sobre novas regulações e expectativas governamentais, e estabelecer visão compartilhada com atores chave para a criação de valor, visto que uma subsidiária de empresa multinacional necessita adaptar seu MN às condições locais (Tallman, 2014). Desse modo, a cultura da inovação para a sustentabilidade levou à adoção de novos paradigmas de negócios como em (Adams, Jeanrenaud, Bessant, Denyer & Overy, 2016).

Por outro lado, a empresa enquanto protagonista de inovação inserida em elementos

sistêmicos, inerentes a seu mercado e recursos, dependentes de sua trajetória tecnológica e determinantes políticos (Niosi, Bellon, Saviotti & Crow, 1992), viu-se obrigada a adaptar-se a regulações específicas de seu setor. Assim sendo, operando em ambiente sociotécnico (Geels, 2011), desenvolveu esforços para adaptar-se ao Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística (Lei 13.755/18), para o setor automotivo. Entre os seus objetivos está i) estimular a produção de novas tecnologias e inovações, de acordo com as tendências tecnológicas globais e ii) desenvolver pesquisa e desenvolvimento em sistemas de gestão, governança corporativa, profissionalização de empresas e monitoramento de indicadores. O que vem ao encontro da iniciativa da Bosch Curitiba para o desenvolvimento de MN e a inovação tecnológica no “System Project”, em consonância com princípios 7 a 9 ODS. Ou seja, a lei estimula o desenvolvimento de MN para inovações tecnológicas que prevê o atingimento dos princípios 7 a 9 ODS, relativos a dispêndios com pesquisa e desenvolvimento (P&D) visando produtos sustentáveis, com redução de CO₂ e desenvolvimento e distribuição de tecnologias amigáveis ao ambiente (Bosch, 2018).

O MN do “System Project” estimula o desenvolvimento de capacidades para inovação em empresas ao longo da cadeia de valor como em Simonsen e Figueiredo (2018), de modo a adaptar-se a Rota 2030, que exige o desenvolvimento de inovações tecnológicas em produtos e processos com eficiência energética e redução de CO₂. Além disso, objetiva aumentar a demanda do setor privado e de consumidores por produtos com requisitos de sustentabilidade.

Por outro lado, as decisões para fomentar a inovação tecnológica no Brasil perpassam pelas políticas públicas para incentivo a inovação e incentivos fiscais. Mais recentemente o Decreto 9.283/18, que possibilita alianças estratégicas para o desenvolvimento de projetos de cooperação destinados às atividades P&D, para geração de produtos, processos e serviços inovadores, e transferência e difusão de tecnologia. Além disso, o decreto prevê instrumentos jurídicos para concessão de bolsas e auxílios para desenvolvimento de inovações com transferência de recursos financeiros. A Bosch Curitiba ao celebrar o acordo para o Programa de Bolsas Fundação Araucária/ Bosch utilizou as prerrogativas do Decreto 9.283/18, envolvendo Instituições de Ensino (IES) locais e agência de fomento de Curitiba/PR constituintes do SRI (Asheim & Coenen, 2006, p 177). Além disso, promoveu o acesso a especialista das IES ao desenvolvimento de MN para inovação em mobilidade, especificamente o projeto “System Project” e aumento do nível de qualificação de recursos humanos com acadêmicos envolvidos no projeto, como bolsistas de equipes de intra- startup. Tais iniciativas vêm ao encontro de Simonsen e Figueiredo (2018), no que refere a instrumentos de oferta de política de inovação e objetivos esperados, conforme o Quadro 1, itens 1 a 4.

5.2. Analisar MN para inovação sustentável frente a implementação de estratégias para alcance dos princípios 7 a 9, ODS

Com a implantação do MN para intraempreendedorismo, a empresa mudou o seu processo de inovação, buscando a colaboração de clientes e realizando convênios com instituições de ensino e de fomento como em Simonsen e Figueiredo (2018) para a implantação de projetos de startups. Envolvendo interações entre atores de SRI para estabelecer fluxos de conhecimento e aumentar os processos de aprendizagem (Asheim, 2009, p 28). Além disso, o convênio firmado entre a Bosch e as IES, por meio da agência de fomento Fundação Araucária, contribuiu para apoio ao empreendedorismo (incluindo incubadoras e mecanismos similares), Simonsen e Figueiredo (2018). Houve uma reestruturação no ambiente físico da empresa e

uma área foi dedicada exclusivamente para inovação e desenvolvimento de intra-startups e seus projetos relacionados a mobilidade, caracterizando inovação como em Tidd, Bessant e Pavitt (2015), como processo que agrega valor a ideias com realizações práticas. Os acadêmicos oriundos do Programa Fundação Araucária/Bosch participaram de equipes de inovação com aconselhamento de especialistas das IES e mentoria dos funcionários mais experientes da Bosch Curitiba.

O grande desafio foi a criação de MN para a inovação tecnológica “System Project” e demonstrar “como o negócio cria e entrega valor aos clientes, delineando a arquitetura das receitas, custos e lucros associados a entregar de valor” (Teece 2010, p. 173). Para isso o “System Project” deveria empregar tecnologia sustentável, de acordo com os princípios de cultura e norma para sustentabilidade do Grupo Bosch, enquanto integrante do Pacto Global e também combinando recurso internos e externos (Zott et al. 2011). Além disso, no contexto do tripé tecnologia, usuário e negócios, mais de cem entrevistas com futuros clientes foram realizadas para pesquisar sobre a tecnologia e a sua proposta de valor de acordo com (Orsato et al 2011). Pois MN pode ser veículo para inovação assim como sujeito da inovação (Zott et al. 2011). Assim a proposta para MN “System Project” foi destinada a proteger ou melhorar o ambiente natural, conservando energia e/ou recursos e reduzindo ou eliminando o uso de agentes tóxicos, poluição e resíduos (Ottman et al. 2006), bem como atendendo a requisitos de sustentabilidade (Charter & Clark, 2007). O Quadro 2 apresenta a interação entre os objetivos deste artigo para responder à questão central do estudo.

O Quadro 2 possibilita observar relação das políticas públicas com as evidências empíricas do desenvolvimento do MN para a startup, quando ocorre uma série de interações em SRI.

Quadro 2 Interação entre políticas públicas e MN do “System Project”

Política pública	Instrumento	Evidências	Referencial teórico
Decreto 9.283/18	Programa Fundação Araucária/BOSCH	Aumento de qualificação de bolsista em time de inovação MN System Project	Simonsen e Figueiredo (2018)
		Colaboração e fomento com agências do governo	Perez (2016), Asheim e Gertler (2007)
		Criação de uma área física para abrigar startups	Simonsen e Figueiredo (2018)
		Recursos humanos: empreendedores e lideranças alocadas para o desenvolvimento de MN em inovação e transição para sustentabilidade	Edler e Fagerberg (2017)

Decreto 9.557/18	Rota 2030	Mudanças no processo de inovação para sustentabilidade	Fagerberg (2017), (Geels, 2011)
Lei 13.755/18		Associação entre inovação e política pública	Fagerberg (2017)
		Desenvolvimento de capacidade para avaliar MN e projetos	Simonsen e Figueiredo (2018)
		Adaptação do Projeto System Project para o mercado local a partir de ativos já existentes na empresa mãe	Tallman (2014)

Fonte: Elaboração da autora com base em evidências e literatura

6. Considerações Finais

Este trabalho procurou responder como MN para a inovação sustentável contribui para criar valor, a partir de políticas públicas em ambiente de transição para a sustentabilidade, por meio do alcance dos objetivos quais sejam: i) associar a política pública para inovação aos objetivos e impactos esperados, utilizando a classificação de Simonsen e Figueiredo (2018); ii) analisar MN para inovação sustentável frente a implementação de estratégias para alcance dos princípios 7 a 9, ONU (2015). O que demandou esforços de pesquisa bibliográfica em diversos temas, tais como inovação e sustentabilidade, sistemas de inovação regionais, perspectiva sociotécnica da transição para a sustentabilidade e finalmente políticas públicas.

Refletindo sobre a dificuldade de investigar um fenômeno contemporâneo no ambiente de negócios e da gestão da inovação, atualmente são muitos os desafios dos gestores frente à complexidade que se instaurou no ambiente em transição para a sustentabilidade, especialmente no setor automotivo. As evidências empíricas alinham-se a estudos recentes sobre MN (Teece, 2010; Zott et al. 2011), visto que a empresa criou e aproveitou a oportunidade para desenvolver MN e inovação, a partir da criação de projeto adequando-se as diretrizes da empresa mãe e aos princípios ODS, integrando critérios de sustentabilidade em sistemas desde a ideia até a comercialização de produtos, como questão-chave para a criação de valor (Charter & Clark 2007), (Bosch, 2017, 2018).

As ações da empresa levaram à adaptar-se a novas oportunidades a partir da compreensão sobre ação de institutos de pesquisa públicos e acadêmicos, de cadeias de suprimento e distribuição sobre agências reguladoras, mercados de trabalho e outras instituições locais, de acordo com a literatura sobre sistemas nacionais de inovação (Nelson, 1993). O que resultou em convênios, e busca de recursos em sistema regional de inovação (SRI), compreendido como infraestrutura institucional de apoio à inovação dentro da estrutura de produção de uma região (Asheim & Coenen, 2006, p 177).

A principal contribuição desta pesquisa reside em apresentar uma visão de interação entre políticas públicas e a criação de um MN para inovação sustentável, incorporando visões técnicas, sociológicas e evolucionárias (Geels, 2011). Além disso, oferece uma visão mais sistêmica de inovação como em Simonsen e Figueiredo (2018), contribuindo para minimizar a lacuna na literatura sobre transição sociotécnica, que apresenta escassez de investigação associando políticas públicas, sistemas de inovação e modelos de negócios na indústria

automotiva. Por outro lado, a limitação do artigo está no recorte da investigação transversal, com recorte temporal de 2016 a 2019, o que não permitiu um aprofundamento da investigação. No entanto, possibilitou sugerir pesquisas futuras para observar o desenvolvimento de MN e sua evolução, em estudo longitudinal, avaliando adoção da sustentabilidade junto aos demais atores do regime sociotécnico na indústria automotiva.

7. Agradecimentos

Este artigo é fruto do projeto “Inovação em Modelo de Negócio para Mobilidade”, executado no âmbito do Programa de Bolsas Fundação Araucária & Bosch. A autora é grata ao Comitê Científico da Fundação Araucária tornado elegível o projeto que deu origem a este trabalho, bem como à Bosch Curitiba/PR e aos seus colaboradores, que gentilmente dispenderam esforços e tempo para contribuir com o estudo.

8. Referências

- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy P. (2016). Sustainability-Oriented Innovation: A Systematic Review. *International Journal of Management Reviews*, 8(2), 180-205.
- Asheim, B.T. & Gerlter M. (2005). The geography of innovation: regional innovation systems'. In J. Fagerberg D.C.Mowery e R.R. Nelson (eds) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press, 291-317.
- Asheim, B. T., & Coenen L. (2006). Contextualising regional innovaton systems in a globalising learning economy: on knowledge bases and institutional frameworks. *Journal of Technology Transfer*.
- Asheim, B. T. Coenen L. & Vang J. (2007). Face to face, buzz, and knowledge base: sociospatial implications for learning, innovation, and innovation policy. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 25(5), 655-70.
- Asheim, B.T. (2009). Next generation regional innovation policy: how to combine science and user driven approaches in regional innovation systems. *Ekonomiaz*, 70, 28–43.
- Bardin, L.(2016). *Análise de conteúdo*: edição revista e ampliada. São Paulo: Edições 70.
- Bocken, N.M.P., S.W. Short, P. Rana, e S. Evans. (2014). A Literature and Practice Review to Develop Sustainable Business Model Archetypes. *Journal of Cleaner Production* 65 (15): 42–56
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* 4th edition. Oxford Universty Press.
- Bosch (2018). *Bosch Annual Report*. Retrieved from https://www.bosch.com/media/global/bosch_group/our_figures/pdf/bosch_today_2018.pdf. Acesso em 19 abril 2019.
- Bosch (2017). *Connect for more sustainability*. Disponível em <https://www.bosch.com/our-company/sustainability/>. Acesso em 19 abril 2019.
- Charter, M. & Clark, T. (2007). *Sustainable innovation. Key conclusions from sustainable innovation conferences 2003–2006*, The Centre for Sustainable Design, SEEDA, University College for the Creative Arts.
- Decreto nº 9.283 de 7 de fevereiro de 2018 (2018). Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, dispõe medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm, Acesso em 20 abril 2019.
- Edler, J. & Fagerberg, J. (2017) Innovation policy: what, why, and how, *Oxford Review of Economic Policy* 33 (1), 2-23.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter Publishers/Cassell Academic: London, UK.
- Edquist, C. (2005). Systems of innovation: perspectives and challenges. *The Oxford Handbook of Innovation*, Chapter 7. Oxford University Press: Oxford, pp. 181–208.
- Fuenfschilling, L., & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimesConceptual foundations from institutional theory. *Research. Policy* 43, 772–791.
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to seven criticisms.

- Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, 24-40.
- Hair, J. F., Babin, B., Money A. H.; & Samuel, P (2005). *Fundamentos e métodos de pesquisa em administração*. Porto Alegre: Bookman.
- Edler J. e Fagerberg, J. (2016). Innovation Policy: What, Why & How. *Working Papers on Innovation Studies Centre for Technology, Innovation and Culture*, University of Oslo. Disponível em <https://ideas.repec.org/s/tik/inowpp.html>. Acesso em 18 de Abril 2019.
- Fagerberg, J. (2017). Mission (in) possible? The role of innovation (and innovation policy) in Supporting structural change & sustainability transitions. Disponível em <https://www.forstningsrodet/no>. Acesso em 21 abril 2019.
- Kuhlmann, S., e Rip, A. (2014). *The Challenge of Addressing Grand Challenges*, Brussels.
- Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (2004). Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm. Acesso em 20 de abril 2019.
- Lei nº 11.196 de 21 de novembro de 2005(2005). Incentivos fiscais para a inovação tecnológica. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2005/Lei/L11196.htm. Acesso em 20 de abril 2019.
- Lei nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018 (2018). Institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ ato2015-2018/2018/lei/L13755.htm, acesso em 20 de abril de 2019.
- Markard, J., Raven, R. & Truffer, B., (2012). Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects. *Research Policy* 41, 955–967.
- Miles, M.B.e Huberman, A.M. (1994) *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2nd. Ed). London: Sage
- Nelson, R. R. (1993). National Innovation Systems: A Comparative Analysis University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship. Disponível em SSRN:<https://ssrn.com/abstract=1496195>
- Niosi, J., Bellon, B., P., & Crow, M. (1992). Les Systèmes nationaux d' innovation: à la richer ché d'un concept utilisable. *Revue Française d' Economie*, 7(1), 215-250.
- Organização das Nações Unidas (2015). *The power of principles: sustainable begins with a principle based to doing business*. Acesso em 13 abril 2019. Disponível <https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/mission/principles>
- Orsato, R. J.; Dijk, M.; Kemp, R.; & Yarime, M. (2011). The Electrification of Automobility: The Bumpy Ride of Electric Vehicle Toward Regime Transition In: Frank Geels, Rene Kemp, JeoffDudley and Glenn Lyons. (Org.). *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. 1 ed. London: Routledge, v., p. 205-228.
- Ottman, J. A., Stafford, E. R., & Hartman, C. L. (2006). Green marketing myopia. *Environment*, 5(48), 22-36.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Perez, C. (2016) Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future, in Jacobs, M. and Mazzucato. M. (eds.) *Rethinking Capitalism: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth*. The Political Quarterly, Chichester: Wiley-Blackwell, 191-207.
- Simonsen, L C. I. e Figueiredo, P. N. (2018). Inovação e tecnologia no Brasil: desafios e insumos para o desenvolvimento de políticas públicas. *Technological Learning and Industrial Innovation Working Paper Series*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 1-32. Disponível em <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/tlii-wps/article/view/77828>. doi:<http://dx.doi.org/10.12660/tlii-wps.77828>. Acesso em 18 abril 2019.
- Tallman, S. (2014). Business Models and the Multinational Firm. In: *Boddewyn, J. Multidisciplinary Insights from New AIB Fellows* (Research).
- Teece, D. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43, 172-194. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/J.Irp.2009.07.003>. Acesso em 18 abril 2019.
- Tidd, J., Bessant, J., e Pavitt. K. (2015). *Gestão da Inovação*, 5 ed Porto Alegre: Bookman. Thiollent, M. (1985). *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman,
- Zott, C.; Amit R.; & Massa L. (2011). The Business Model: Recent Developments and Future Research. *Journal of Management*. 37(4), 1019-1042, Acesso em 13 abril 2019. Disponível em <http://www.sagepub.com/journalsPermissions.nav>.

Atividades de inovação em agricultura de precisão no Brasil e o longo caminho para o ODS 2

Váldeson Amaro Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Porto Velho Zona Norte,
Brasil
valdeson.lima@ifro.edu.br

Isabel Cristina dos Santos
Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
isa.santos.sjc@uscs.edu.br

Resumo

O agronegócio brasileiro tem obtido grande atenção mundial pelos números crescentes de produtividade e, no Brasil, pela participação expressiva que tem desempenhado no Produto Interno Bruto (PIB). Se, por um lado, esse protagonismo se deve a vantagens comparativas, como clima favorável, terra e água em abundância, que permitem a utilização de grandes áreas para a produção agrícola e a colheita de mais de uma safra por ano, por outro, se deve igualmente a vantagens competitivas advindas das atividades de inovação, com inserção de um amplo pacote tecnológico gerado pela Embrapa e outras organizações públicas e privadas que tem agregado valor à produção, onde tem se destacado as tecnologias de agricultura de precisão, pela convergência de tecnologia gerencial e tecnologia de informação, com minimização de impactos ambientais. Diante disso, o presente estudo teve por objetivo identificar a estrutura presente nas atividades de inovação em agricultura de precisão brasileira, descrevendo os papéis desempenhados pelos principais atores, suas interações e evidenciando suas redes sociais de troca de conhecimentos. Para tanto, seguiu a vertente teórica da economia evolucionária e o consequente quadro de sistemas de inovação, centrado na perspectiva dos sistemas de inovação tecnológica, a partir de uma abordagem metodológica que considerou aspectos da pesquisa qualitativa, com entrevistas e análise de documentos centrados no objetivo da pesquisa. Como resultados, são apresentados a estrutura das atividades de inovação a partir dos atores, instituições, redes e fatores tecnológicos que compõem essas atividades, de onde se conclui que existe certa dissonância entre estruturas e processos que influenciam nas atividades de inovação em agricultura de precisão, principalmente relacionados a articulação político-organizacional em nível macro para sua difusão como preceituado pela Embrapa.

Palavras chaves

Inovação no agronegócio. Agricultura de precisão. Sistemas de inovação. Agricultura sustentável.

1. Introdução

Desde a aprovação, em 2015, pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), da Resolução 70/1, intitulada *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, ou simplesmente *Agenda 2030* – “um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade” (United Nations [UN], 2015, p.1) –, acentuaram-se as discussões sobre a necessidade de ação dos governos quanto a uma questão há muito debatida por Thomas Robert Malthus (1766-1834) e pelos teóricos neomalthusianos, ainda que com argumentos questionáveis: a escassez de alimentos.

A Agenda 2030 foi organizada em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas que atuam como direcionadores da ação dos países com vistas a alcançar determinado nível de desenvolvimento econômico, social e ambiental. Dentre estes, o ODS 2 destaca a promoção da agricultura sustentável como forma de aumentar a produtividade e a produção, manter os ecossistemas e fortalecer a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, possibilitando o alcance da segurança alimentar e o combate à fome.

A emergência do tema foi reforçada na edição de 2017 do Global Innovation Index, documento que fornece métricas detalhadas sobre o desempenho de inovação de 127 países e economias ao redor do mundo, e que, naquela edição, trouxe o tema “innovation feeding the world”, concentrando-se na inovação na agricultura e nos sistemas alimentares, enfatizando a inovação como meio fundamental para sustentar o crescimento da produtividade necessário para atender à crescente demanda mundial de alimentos.

No Brasil, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) para o período 2016 a 2022, elaborada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC, 2016), apresenta a disponibilidade de alimentos como um dos tópicos centrais de atuação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) brasileiro. O setor de alimentos está destacado na ENCTI como um dos temas estratégicos para o desenvolvimento nacional, com o qual o SNCTI possui responsabilidades crescentes quanto ao aumento sustentável de sua produção agrícola, a partir do desenvolvimento e aprimoramento de sistemas produtivos integrados sustentáveis e do desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, capazes de gerar aumento de produtividade, ao mesmo tempo em que atuam na melhoria de uso dos recursos naturais aplicados ao processo produtivo, como terra, água e energia.

A importância atribuída ao setor é reflexo não apenas da participação crescente do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, mas principalmente da elevada participação do agronegócio brasileiro no mercado global de alimentos, onde responde por 5,7% da fatia de mercado mundial como terceiro maior exportador, e do crescimento iminente dessa demanda mundial. Com a população mundial prevista para 9,8 bilhões de pessoas em 2050, a produção de alimentos precisaria aumentar em 70% até o mesmo ano para garantir o abastecimento (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013).

Diante desse desafio, o documento da ENCTI aponta para a necessidade de fortalecimento dos processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em áreas de fronteira do conhecimento associadas à produção de alimentos, como biotecnologia, bioinformática, nanotecnologia, modelagem, simulação e automação, visando ao aumento da produtividade, a adaptação à mudança do clima e à defesa agropecuária, em que o modelo de agricultura de precisão ganha considerável destaque, citado no próprio documento, pela convergência de tecnologia gerencial, tecnologia de informação e agregação de valor à produção, com minimização de impactos ambientais.

Desse contexto, utilizando uma lente analítica derivada da literatura sobre abordagens de inovação a partir da economia evolucionária (Nelson e Winter, 1982), comumente utilizada em estudos que discutem dinâmicas de desenvolvimento econômico, a presente pesquisa objetiva a identificação da estrutura presente nas atividades de inovação em agricultura de precisão brasileira, descrevendo os papéis desempenhados pelos principais atores, suas interações e evidenciando suas redes sociais de troca de conhecimentos.

O pressuposto básico para a aplicação da agricultura de precisão é a ocorrência de variações de produtividade dentro de uma área de cultivo (Resende et al., 2010), sendo considerada um conceito de gestão agrícola relativamente novo (Aubert, Schroeder e

Grimaudo, 2012; Adenle, Azadi e Arbiol, 2015), abordado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) como uma “postura gerencial da lavoura que leva em conta a variabilidade espacial para obter retorno econômico e ambiental” (Inamasu e Bernardi, 2014, p.25). Esse modelo de gestão agrícola apoia a decisão dos agricultores sobre a alocação especial de insumos para a produtividade da cultura e, posteriormente, monitora os rendimentos das colheitas (Adenle, Azadi e Arbiol, 2015).

Ainda que a agricultura de precisão congregue uma série de técnicas e ferramentas distintas, como sistemas de informações gerenciais, sistemas de posicionamento geográfico, sensoriamento remoto etc., aplicáveis em diferentes situações de variabilidade produtiva, os estudos mais recentes nesse campo têm assumido a abordagem de modelo gerencial para se referir a sua aplicação (Aubert, Schroeder e Grimaudo, 2012; Inamasu e Bernardi, 2014; Adenle, Azadi e Arbiol, 2015).

De acordo com Bernardi et al. (2014), os esforços de PD&I em agricultura de precisão no Brasil estão estruturados em uma rede, organizada e liderada pela Embrapa, que reúne cerca de 200 pesquisadores, 20 centros de pesquisa da Embrapa, mais de 30 empresas privadas, nove universidades, três fundações, quatro institutos de pesquisa, além de um Laboratório de Referência Nacional em Agricultura de Precisão (Lanapre), operando em 15 campos experimentais de culturas perenes e anuais, distribuídos em todo o território nacional. Denominada Rede Agricultura de Precisão (ou Rede AP), tal configuração sugere a existência de um sistema tecnológico (Carlsson e Stankiewicz, 1991; Hekkert et al., 2007; Hekkert et al., 2011) atrelado às atividades de inovação em agricultura de precisão no Brasil.

É sabido que o desenvolvimento de inovações relacionadas a uma tecnologia e sua posterior aplicação, dependem de interações estabelecidas com diversos atores e instituições que, em muitas vezes, extrapolam os limites geográficos e/ou setoriais e, portanto, não devem ser analisadas como restritas a um sistema setorial (SSI), regional (SRI) e/ou nacional de inovação (SNI), apesar de estarem contidas neles (Hekkert et al., 2007).

Assim, este estudo apropria-se da definição de agricultura de precisão como modelo gerencial (Inamasu e Bernardi, 2014) defendida pela Embrapa, para delimitar sua análise como tecnologia específica capaz de movimentar uma rede dinâmica de agentes envolvidos na geração, difusão e utilização dessa tecnologia, sob uma infraestrutura institucional particular, à luz do que determinam os pressupostos teóricos sobre sistemas de inovação tecnológica (Carlsson e Stankiewicz, 1991; Watkins, Papaioannou, Mugwagwa e Kale, 2015).

2. Método

A identificação da estrutura presente nas atividades de inovação em agricultura de precisão do Brasil seguiu a metodologia descrita por Hekkert et al. (2011) para análise de sistemas de inovação tecnológica, a partir de quatro tipos componentes:

- i. Atores, caracterizados pelas organizações que geram, difundem e adotam as novas tecnologias, subdivididas nas categorias: pesquisa (institutos de pesquisa, universidades e pesquisa privada), educação (ensino superior e treinamento profissional), indústria (fornecedores e demandantes), órgãos governamentais (reguladores e formuladores de políticas) e instituições de apoio (associações setoriais, entidades de classe, investidores, bancos, etc);
- ii. Instituições, representadas pelas políticas formais que estão em vigor e que afetam o desenvolvimento da tecnologia em foco;
- iii. Redes, caracterizando as interações e subgrupos de atores na troca de

- conhecimento e desenvolvimento da inovação; e
- iv. Fatores tecnológicos, caracterizados pelas infraestruturas de inovação em que se integram.

Para tanto, foram realizadas 11 entrevistas, com nove atores de reconhecida importância para o fenômeno em estudo, no formato de entrevista por pautas (Gil, 2008), em que os entrevistados foram convidados a falar sobre sua experiência de atuação nas atividades de inovação em agricultura de precisão, sendo direcionados, sempre que oportuno na fala de cada um, para questões norteadoras sobre as trajetórias de desenvolvimento da tecnologia, o Sistema de geração e compartilhamento de conhecimentos, a correspondência entre o sistema educacional e as necessidades empresariais e a centralidade do tema na agenda política governamental ou setorial do agronegócio.

Esse direcionamento buscou principalmente a identificação dos atores mais relevantes, as principais instituições e as infraestruturas de inovação em que se integram. A partir da primeira entrevista se definiu o próximo entrevistado por indicação do primeiro, e assim sucessivamente, adotando a técnica de “bola de neve”.

As entrevistas foram realizadas individualmente, presencial ou via Skype, com duração média de aproximadamente 80 minutos, seguindo o mesmo formato da primeira e gravadas em sistema de áudio, com autorização dos entrevistados. Na Tabela 1 é apresentada a relação de atores e a posição ocupada pelo entrevistado (ocultada sua identificação), na ordem em que se deram as entrevistas, encerradas no número de nove pela pouca diferenciação nos discursos dos entrevistados, momento em que se definiu pela saturação.

Tabela 1. Relação de atores entrevistados

Ator	Posição do entrevistado
Embrapa Instrumentação	Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento
	Pesquisador / Coordenador da Rede Agricultura de Precisão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	Chefe da Divisão de Agricultura de Precisão / Secretário da Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP	Pesquisador / Presidente da Associação Brasileira de Agricultura de Precisão
AgroTecnologia	Proprietário-gestor / Presidente da Associação Brasileira dos Prestadores de Serviços de Agricultura de Precisão
Máquinas Agrícolas Jacto S/A	Diretor de Relações Institucionais / Presidente da Câmara Setorial de Máquinas e Implementos Agrícolas da ABIMAQ
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer	Pesquisador da área de projetos de softwares aplicados à agricultura
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)	Coordenador do Programa Nacional de Agricultura de Precisão do SENAR
Stara S/A Indústria de Implementos Agrícolas	Supervisor de Engenharia de Software
Instituto Brasileiro de Análises (IBRA)	Diretor-presidente

Fonte: Elaboração própria.

O tratamento dos dados se deu mediante a transcrição dos áudios para textos e em seguida pela leitura criteriosa, linha por linha, do que foi dito pelos entrevistados. Concomitantemente, foram coletados dados por meio de documentos institucionais da Embrapa que davam conta da composição e modelo de atuação da Rede Agricultura de Precisão, políticas, normas e procedimentos que dão suporte a atuação em rede,

infraestruturas de interação e os papéis que desempenham cada ator. Foram levantados também dados gerais de propriedade intelectual relacionadas a agricultura de precisão nos portais eletrônicos da World Intellectual Property Organization (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), dados da produção e colaboração científica disponíveis na plataforma Scopus e dados sobre a educação superior na área de Agronomia por meio do portal eletrônico e-Mec, do Ministério da Educação do Brasil, visando obter suporte às falas dos entrevistados.

As redes de interações e subgrupos de troca de conhecimentos e desenvolvimento da inovação foram identificadas por meio dos registros sobre as atividades desenvolvidas pelos atores em parceria, mas também em documentos públicos de organizações de apoio, como as fundações estaduais de amparo a pesquisa, fundações setoriais do agronegócio, fundações privadas e órgãos de fomento federais, além de universidades e empresas públicas e privadas que mantêm registro aberto de projetos desenvolvidos ou em desenvolvimento nos últimos 10 anos.

Esse levantamento teve ponto de partida na Rede Agricultura de Precisão, mas buscou uma visão ampliada das atividades de inovação no campo da agricultura de precisão, sem limitação geográfica ou de atuação. Assim, se intentava identificar parcerias declaradas em projetos de inovação (com membros da rede ou não) ou registros públicos de cooperação firmados entre organizações públicas e privadas voltados para a inovação em agricultura de precisão, por meio da verificação de listas de projetos apoiados em cada organização e seus respectivos atores constituintes, delimitados a projetos que mencionavam explicitamente a agricultura de precisão.

Foi elaborada uma matriz quadrática, alimentada na medida em que uma nova relação era identificada, codificada como uma variável "dummy" (zero para nenhuma relação, um para uma relação existente), posteriormente tratada utilizando os softwares UCINET (versão 6.618) e NetDraw (versão 2.159), observando os principais indicadores da Análise de Redes Sociais: densidade da rede, proximidade entre atores, intermediação entre atores, reciprocidade de relações e graus de entrada e saída (Borgatti, Everett e Freeman, 2002; Hanneman e Riddle, 2005; Borgatti, Everett e Johnson, 2013).

Embora a opção pela coleta em documentos, em vez de se perguntar diretamente aos atores com quais outros atores eles atuam e trocam conhecimento no sentido da inovação, tenha limitado a análise a um número restrito de projetos tornados públicos, essa concentração nos documentos foi importante para manter a discussão mais próxima de uma representação objetiva dos papéis desempenhados na realidade, a partir de registros do que realmente tem acontecido neste campo.

Perguntar diretamente aos atores demandaria a necessidade de se ter acesso “a pessoa certa” dentro de cada organização que pudesse responder com precisão a essa questão, o que nem sempre é possível na pesquisa acadêmica, além de tomar um tempo que o pesquisador não dispunha até a conclusão da pesquisa.

3. Descrição dos resultados

3.1. Atores

A identificação dos principais atores que contribuem para o desenvolvimento da tecnologia corrobora a variedade potencial de organizações relevantes nesse processo, cada uma exercendo um papel chave a partir de suas capacidades, que tendem a ser ampliadas na medida em que novos conhecimentos são desenvolvidos.

Não é possível, porém, determinar e nomear a totalidade de atores envolvidos, visto que sua própria organização como um sistema aberto e dinâmico implica na constante

entrada e saída de atores a medida que um objetivo é alcançado ou um novo objetivo é definido. Logo, o que se tem a partir da Rede Agricultura de Precisão é uma noção dos principais atores e os papéis que desempenham com base em dados do momento atual, conforme Tabela 2.

Esses atores podem ser divididos em categorias de acordo com a natureza de suas atividades, identificadas como pesquisa, educação, indústria e organizações de apoio, mas também pelo papel que exercem na rede. As universidades, por exemplo, normalmente estão envolvidas com a execução de projetos nas áreas de pesquisa de alunos e professores orientadores de programas de pós-graduação diretamente nos setores produtivos, como a fruticultura na UCS ou grãos na UFLA. Nesta mesma categoria, porém, algumas atuam diretamente no desenvolvimento de ferramentas, como robô agrícola na EESC/USP ou redes de comunicação sem fio entre equipamentos na Poli/USP.

Tabela 2. Atores e instituições na Rede Agricultura de Precisão

Políticas e Instituições					
Políticas Públicas (Pesquisa, inovação, transição)	Instituições (Leis, padrões, normas, éticas, procedimentos, comportamentos)				
<p>Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI/MCTIC); Agenda Estratégica 2014-2030 do setor de Agricultura de Precisão (MAPA); Plano ABC; Política Nacional de iLPF; Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota); Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária (InovAgro); Fundo Setorial CT-Agro.</p>	<p>Lei de Inovação (10.973/2004); Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (13.243/2016); Lei do Bem (11.196/2005); Lei de Informática (8.248/1991); Lei da Propriedade Intelectual (Lei 9.279/1996); Lei de Proteção de Dados Pessoais (13.709/2018); ISO 11783; ISO 1185; ISO 7638; Norma Regulamentadora (NR) 31.</p>				
Pesquisa (Institutos de pesquisa, universidades, pesquisa privada)	Indústria				
<p>Embrapa; Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE); Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI); Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP); Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP); Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP); Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); Escola Politécnica (Poli/USP); Universidade de Caxias do Sul (UCS); Universidade</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Fornecedores (Fabricantes de máquinas, fornecedores de matérias-primas ou de subsistemas)</th> <th style="text-align: center;">Demandantes (Unidades piloto, consultores, cooperativas, usuário final)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>AGCO; Agrosystem; Auteq; Baldan; CNH Industrial; Máquinas Agrícolas Jacto S/A; John Deere Brasil; Kuhn do Brasil; LOHR Sistemas Eletrônicos; Marchesan-Tatu S/A; Original Indústria Eletrônica; Somafertil; Stara S/A; Verion Agricultura.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Cooperativa Agrária Agroindustrial; APagri; Campo Agricultura e Meio Ambiente; Cotrijal Cooperativa Agrária e Industrial; Comigo Cooperativa Agroindustrial; Enalta Inovações Tecnológicas; Florestalle; Citrosuco; SLC Agrícola; Batistella Florestal; Vinícola Miolo; Schio Agropecuária; Terrasul Vinhos Finos.</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Fornecedores (Fabricantes de máquinas, fornecedores de matérias-primas ou de subsistemas)	Demandantes (Unidades piloto, consultores, cooperativas, usuário final)	<p>AGCO; Agrosystem; Auteq; Baldan; CNH Industrial; Máquinas Agrícolas Jacto S/A; John Deere Brasil; Kuhn do Brasil; LOHR Sistemas Eletrônicos; Marchesan-Tatu S/A; Original Indústria Eletrônica; Somafertil; Stara S/A; Verion Agricultura.</p>	<p>Cooperativa Agrária Agroindustrial; APagri; Campo Agricultura e Meio Ambiente; Cotrijal Cooperativa Agrária e Industrial; Comigo Cooperativa Agroindustrial; Enalta Inovações Tecnológicas; Florestalle; Citrosuco; SLC Agrícola; Batistella Florestal; Vinícola Miolo; Schio Agropecuária; Terrasul Vinhos Finos.</p>
Fornecedores (Fabricantes de máquinas, fornecedores de matérias-primas ou de subsistemas)	Demandantes (Unidades piloto, consultores, cooperativas, usuário final)				
<p>AGCO; Agrosystem; Auteq; Baldan; CNH Industrial; Máquinas Agrícolas Jacto S/A; John Deere Brasil; Kuhn do Brasil; LOHR Sistemas Eletrônicos; Marchesan-Tatu S/A; Original Indústria Eletrônica; Somafertil; Stara S/A; Verion Agricultura.</p>	<p>Cooperativa Agrária Agroindustrial; APagri; Campo Agricultura e Meio Ambiente; Cotrijal Cooperativa Agrária e Industrial; Comigo Cooperativa Agroindustrial; Enalta Inovações Tecnológicas; Florestalle; Citrosuco; SLC Agrícola; Batistella Florestal; Vinícola Miolo; Schio Agropecuária; Terrasul Vinhos Finos.</p>				

Federal de Lavras (UFLA); Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).		
Educação (Ensino superior, treinamento profissional) Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR); Fundação Agrisus.		
<p style="text-align: center;">Organizações de apoio (Bancos, capital de risco, associações setoriais, entidades de classe, empresas de suporte a inovação, fundações de apoio a pesquisa, órgãos governamentais)</p> <p style="text-align: center;">Association of Equipment Manufactures (AEM-USA); Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri); Fundação Agrisus; Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE); Confederação Nacional da Agricultura (CNA); Instituto CNA.</p>		

Fonte: Elaboração própria

O fato relevante é que essa categoria é a grande responsável pela geração de novos conhecimentos. Esse conhecimento pode ser difundido para a sociedade por meio dessas próprias organizações ou de organizações de educação como o SENAR ou a Fundação Agrisus, responsáveis por levar treinamento profissional a consultores, técnicos e produtores, ou pode ainda ser associado ao conhecimento gerado na indústria, na medida em que estabelece conexões com a universidade para a execução de projetos iniciados em seu P&D.

A respeito disso, o Brasil aparece na quarta posição mundial em número de publicações científicas sobre a temática da agricultura de precisão na base de dados Scopus, atrás apenas de Estados Unidos, China e Alemanha, sendo José Paulo Molin, da ESALQ/USP, o pesquisador brasileiro mais representativo nesse meio. Entre as sete organizações de pesquisa que mais produzem conhecimento nessa área no Brasil, cinco compõem a Rede AP, incluindo a Embrapa.

As coautorias nessas publicações evidenciam relações das universidades com a indústria e com a academia internacional. As publicações da Embrapa, por exemplo, possuem coautoria com escolas da Universidade de São Paulo, com empresas como SLC Agrícola e com organizações internacionais como a University of Nebraska (Lincoln, EUA) e o United States Department of Agriculture. Já a ESALQ/USP possui coautorias com a Embrapa, com a Wageningen University and Research Centre (Holanda) e com Máquinas Agrícolas Jacto S/A, entre outras.

Apesar disso, a reação das instituições de ensino técnico, tecnológico e superior tem sido demasiadamente lenta frente as necessidades do setor. Observa-se uma fraca inserção de currículos e métodos de ensino nas faculdades que privilegiem a formação de estudantes e profissionais nas abordagens interdisciplinares subjacentes à agricultura de precisão, o que foi mencionado nas entrevistas como fator desencadeador de um problema crônico de qualificação da mão de obra.

Foi verificada uma amostra aleatória de 65 cursos de graduação em Agronomia, dentre o total de 349 ofertados por instituições de ensino superior públicas e privadas, revelou que a agricultura de precisão existe como disciplina em 21 deles, sendo 11 como disciplina optativa. Além disso, os ementários dessas disciplinas revelam que o foco na variabilidade espacial só existe em sete dos projetos pedagógicos que contemplam a disciplina, os demais abordam a solução tecnológica e não o problema. Do total analisado, 31 não apresenta nenhum conteúdo que mencione ou faça referência a agricultura de precisão.

Os dados do Ministério da Educação revelam ainda que existe apenas um curso superior no país voltado exclusivamente para a área de agricultura de precisão, ofertado pela FATEC Pompéia, em São Paulo, como Curso Superior de Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão, mas sua matriz curricular foca no segmento de máquinas e tecnologias aplicadas e não na gestão de variabilidade. Além disso, consta nos registros do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, documento que embasa a oferta de cursos pelas instituições públicas federais, uma solicitação do MAPA para inclusão do Curso Técnico em Agricultura de Precisão, negada pelo Ministério da Educação, indicando a falta de sensibilidade para com o tema na articulação interministerial.

Sobre a indústria, é possível estabelecer uma diferenciação nessa categoria entre um grupo com papel demandante de tecnologia e outro com papel fornecedor. Parcela significativa de projetos executados pelas organizações de pesquisa e pela própria indústria fornecedora têm origem nas necessidades da indústria demandante, formada por cooperativas de produtores, consultores e empresas com grande potencial de aplicação da tecnologia que acabam cedendo espaço à experimentação, como são os casos de SLC Agrícola e Batistella Florestal.

Já a indústria fornecedora, composta por grandes corporações de capital estrangeiro e nacional do segmento de máquinas e implementos, é assim chamada por ser a categoria que faz com que os ativos de inovação sejam consolidados em produtos e cheguem até o campo por meio de sua rede de distribuição. Este grupo possui grande capilaridade de investimento próprio em P&D, a exemplo da Stara S/A (que tem 170 dos seus 2100 empregados nessa função) ou da Máquinas Agrícolas Jacto S/A (que destina 5% do seu faturamento para essas atividades), mas mantém na relação com as organizações de pesquisa e com a indústria demandante a base de seus programas de inovação, acessando conhecimento disponível naquelas para a resolução de problemas existentes nestas. Compõe esta categoria também pequenas e médias empresas de tecnologia voltadas a esse segmento, normalmente fornecedores de componentes eletrônicos ou subsistemas a serem implantados nos maquinários, mas também criadores de avanços tecnológicos em novos sistemas e novos componentes a serem utilizados.

Apesar disso, são poucos os registros de patentes envolvendo tecnologias de agricultura de precisão no Brasil. Na base de dados da World Intellectual Property Organization (WIPO) constam 43 patentes com a designação de “agricultura de precisão” no título ou no resumo descritivo registradas no país. Já na base do Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) constam apenas 24 registros com essa designação. Todavia, como a agricultura de precisão é um termo que agrega diversas tecnologias de distintas áreas, podem haver registros de patentes dessas tecnologias sem que se tenha feito menção ao termo. Entre os principais depositantes nas duas bases constam a indústria de máquinas agrícolas Jacto S/A (8), a FAPEMIG (3), a Unicamp (3) e a Indústria de Implementos Vence Tudo (3).

Todas as categorias têm o suporte de organizações de apoio que financiam seus

projetos, como as fundações de amparo a pesquisa a exemplo da FACEPE e Fundação Agrisus; estabelecem procedimentos e regulam atividades, como a Association of Equipment Manufactures (AEM-USA); ou atuam como extensão de organizações junto a áreas onde estas não possuem muita proximidade, como a Epagri.

Extrapolando esta observação para o setor de uma forma mais abrangente a partir de sua trajetória tecnológica e das entrevistas realizadas, é possível dizer que a indústria assumiu um papel central no desenvolvimento de máquinas agrícolas com potencial eletrônico, provocando, no decorrer dos anos, o esvaziamento do tema na academia e na pesquisa pública e privada de pequenas empresas com vocação tecnológica, atualmente denominadas de ‘agrotechs’, que passaram a se voltar, respectivamente para os estudos da variabilidade espacial nas lavouras e para os elementos eletrônicos relacionados a automação, como sensores, softwares, IoT, big data etc., porém associadas a essa grande indústria. Assim, as consultorias em agricultura de precisão se voltaram automaticamente para o georreferenciamento, mapeamento e análise de solo, fazendo o trabalho de campo a partir das tecnologias desenvolvidas. Claro que esta é uma visão geral, já que não existe exclusividade de nenhum dos segmentos de atores em nenhuma das áreas.

Essas organizações atuam sob um aparato institucional não divergente daquele que define a dinâmica das atividades de inovação de modo geral, acrescida de algumas particularidades de padronização específicas aplicadas ao setor. Esta visão microinstitucional é apresentada na perspectiva dos atores entrevistados.

3.2. Instituições

O aparato institucional composto por políticas e instituições formais que estão em vigor e que afetam o desenvolvimento da tecnologia de agricultura de precisão tratam, no geral, de programas governamentais destinados a induzir o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias à produção agrícola, programas de financiamento, leis gerais que definem regras sobre incentivos fiscais e a participação de empresas e organizações de pesquisa em projetos de inovação e padrões a serem seguidos pelas tecnologias desenvolvidas, apresentadas também na Tabela 2.

Entre as políticas públicas, as entrevistas destacaram aquelas que facilitam a aquisição da tecnologia pelo usuário final, como o Moderfrota e o InovAgro, programas de financiamento para a aquisição de equipamentos como tratores e colheitadeiras e para a incorporação de inovações tecnológicas nas propriedades rurais, respectivamente, com boas condições de juros e prazo de pagamento, de acordo com os entrevistados. Essas políticas facilitam a difusão da inovação na medida em que dão condições de longo prazo para sua aquisição por parte dos produtores, visto que os custos de implantação da agricultura de precisão são apontados também pelos entrevistados como um grande entrave para a sua aceitação.

Por outro lado, o desenvolvimento de ativos de inovação encontra respaldo institucional no marco legal da inovação, representado aqui pelo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, Lei de Inovação e Lei do Bem, que tratam, respectivamente, das normas para o desenvolvimento de projetos de inovação em parceria entre organizações de pesquisa e empresas privadas e das possibilidades de captação de recursos para esses projetos de inovação. Um exemplo disso foi o desenvolvimento do AgriBot, uma plataforma robótica modular e autônoma para aquisição de dados em agricultura de precisão, desenvolvida em parceria entre Embrapa Instrumentação, Escola de Engenharia de São Carlos/USP e Máquinas Agrícolas Jacto, financiado pela FINEP por meio do Fundo Setorial CT-Agro.

Os entrevistados relatam ainda que esse respaldo é ratificado por uma legislação tida como auxiliar àquela pertinente a inovação, que abrange a Lei de Informática, a Lei da Propriedade Intelectual e a mais recente Lei de Proteção de Dados Pessoais, e por procedimentos que definem padrões a serem seguidos para os produtos desenvolvidos, como as normas ISO 11783, 1185 e 7638.

No caso destas, a importância de sua observação vai ao encontro de uma demanda há muito existente no setor referente a interface entre sensores e equipamentos eletrônicos e as máquinas agrícolas com as quais operam, visto que, ainda hoje, muitos destes ativos não são compatíveis entre si. Já a legislação dita auxiliar corrobora também com incentivos fiscais para a inovação tecnológica, mas, principalmente, para a existência de um ambiente juridicamente estável em relação aos direitos de propriedade dos ativos criados e dos dados utilizados nas pesquisas.

Esses ativos de inovação são desenvolvidos visando atender às necessidades do mercado, identificadas a partir dos diferentes atores que dele participam, porém, alguns programas governamentais criam um ambiente institucional de indução ao desenvolvimento e aplicação dessas novas tecnologias ao unificarem necessidades de determinadas áreas específicas com as quais a agricultura de precisão pode atuar de forma transversal. São os casos, por exemplo, do Plano ABC, voltado para a redução da emissão de carbono na agricultura, e da Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), voltada para difundir a combinação de diferentes sistemas produtivos em uma mesma área como meio de diminuir impactos e elevar os resultados produtivos.

São mencionadas ainda como políticas que influenciam a inovação em agricultura de precisão a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI/MCTIC), na medida em que propõe direcionamentos a serem seguidos no caminho do desenvolvimento de inovações aplicadas à produção agrícola; e a Agenda Estratégica 2014-2030 do setor de Agricultura de Precisão, por estabelecer metas e ações a serem executadas pelo MAPA, para o desenvolvimento e utilização da agricultura de precisão no Brasil.

Todas estas políticas e instituições desempenham um papel importante no desenvolvimento, difusão e implementação da agricultura de precisão ao possibilitar que os diferentes atores interajam uns com os outros em redes que desenvolvem e/ou difundem a tecnologia. No entanto, os entrevistados concordam que faltam políticas mais específicas para o campo da agricultura de precisão, desde aquelas que fomentam o desenvolvimento e difusão da tecnologia, até a articulação entre políticas de educação, economia e/ou trabalho visando o atendimento das necessidades desta área.

3.3. *Redes*

A observação das interações de atores na troca de conhecimentos e desenvolvimento da inovação permitiu a identificação dos atores principais e dos subgrupos formados a partir das relações estabelecidas para essas atividades. Isso foi possível pela elaboração de uma matriz quadrática codificada como uma variável "*dummy*" (zero para nenhuma relação, um para uma relação existente), a partir dos registros públicos de parcerias das atividades desenvolvidas por diferentes atores, apresentadas em formato de rede na Figura 2.

Os registros de atividades da Rede AP sugerem uma configuração de rede baseada nos projetos técnicos em que cada ator participa diretamente, com maior densidade e proximidade entre os atores dentro de cada projeto, formando grupos que, apesar de também se comunicarem diretamente uns com os outros, têm a Embrapa como principal "ator-ponte" dessa comunicação.

Além dos grandes grupos visíveis na representação da rede, a análise de indicadores atesta a existência de 15 subgrupos nos quais os atores estão mais próximos e intensamente

ligados uns aos outros do que aos outros membros da rede, conforme Figura 1.

Figura 1. Subgrupos de rede existentes na Rede AP

15 cliques found.

- 1: Embrapa Batistella Florestal Agrisus FACEPE FCA-UNESP Florestalle IAC Miolo Schio Terra Sul UCS UFPeI UFRGS
- 2: Embrapa Agrária Agrisus CNA COMIGO COTRIJAL Epagri Citrusuco Instituto CNA SENAR
- 3: Embrapa Agrisus ESALQ-USP
- 4: Embrapa Agrisus UFLA
- 5: Embrapa AEM (USA) AGCO Agrosystem Auteq Baldan CNH CTI Renato Archer EESC-USP Enalta ESALQ-USP Jacto John Deere Kuhn Lohr Marchesan-Tatu Original Indústria POLI-USP Stara Verion
- 6: Embrapa AGCO Agrosystem COTRIJAL Stara
- 7: Embrapa AGCO Somafértil
- 8: Embrapa Agrosystem COTRIJAL Citrusuco
- 9: Embrapa APagri Campo SLC Agrícola Somafértil UFLA UFSM Univasf
- 10: Embrapa APagri ESALQ-USP
- 11: Embrapa SLC Agrícola UFPeI
- 12: Embrapa COTRIJAL Stara UFSM
- 13: Embrapa Stara UFRGS
- 14: Embrapa SENAR Univasf
- 15: Embrapa FACEPE Univasf

Fonte: Elaboração própria

O maior deles é o subgrupo 5, composto por 20 dos 47 atores, e todos os outros subgrupos menores compartilham alguma sobreposição (alguns atores são membros de ambos os grupos) com alguma parte desse grupo, confirmando a Embrapa como o ator principal, presente em todos os 15 subgrupos, com maior adjacência de Fundação Agrisus, Cotrijal e Stara, com quem compartilha 4 sobreposições. Isso demonstra um certo padrão de funcionamento da rede, cujos subgrupos envolvem sempre organizações de diferentes categorias (pesquisa, indústria e organizações de apoio), privilegiando a diversidade de conhecimentos e experiências.

Os dados mostram ainda que nenhum ator está completamente isolado de nenhum dos subgrupos, indicando um alto grau de participação comum nos processos dos grupos. Além disso, é possível observar até que ponto os subgrupos se sobrepõem, medidos pelo número de membros em comum, sendo os subgrupos 5 e 6 mais próximos entre si, enquanto se confirma a existência de três grandes grupos visíveis na rede, sendo o primeiro formado pelos subgrupos 1, 3, 4, e 11; o segundo pelos subgrupos 2, 8, 6, 5, 12 e 13; e o terceiro formado pelos subgrupos 7, 9, 10, 14 e 15.

A intensidade das conexões na rede foi estimada em 30,6%, resultado da divisão entre o número de relações existentes (662) e o total de ligações possíveis (2162), demonstrando a densidade estimada de 0,306 ($p=0,0002$). Ou seja, a probabilidade de que qualquer relação esteja presente entre dois atores aleatórios é de 30,6% de chance, o que pode ser considerado satisfatório para o campo de estudo da inovação na rede analisada, dado o forte papel de “ator-ponte” já identificado para a Embrapa, o que em tese a colocaria como uma ligação quase que obrigatória.

A densidade de uma rede pode variar de zero a um, sendo zero quando não existem laços presentes e um quando todas as organizações têm a tendência de querer distribuir informações diretamente para todos os outros em seu campo. Qualquer dos extremos seria impraticável para os objetivos de geração de inovação e estaria em desacordo com a forma de atuação da rede pela formação de grupos de atores com capacidades complementares em áreas definidas, onde as densidades tendem a ser maiores do que na rede completa, sendo 64,2% no primeiro grupo, 50,4% no segundo e 47,7% no terceiro grupo.

Os dados de centralidade evidenciam um índice de centralização geral da rede de 38,99%, sendo de 70,88% para as saídas existentes na rede, tendo a Embrapa como principal fornecedora, enquanto as entradas apresentam centralização de 15,35%, tendo

3.4. Fatores tecnológicos

Os fatores tecnológicos, apontados em unanimidade pelos entrevistados como sendo as principais infraestruturas em que os esforços de desenvolvimento da inovação em agricultura de precisão se integram, versam principalmente sobre as redes em que estão inseridos os atores mais relevantes, os eventos técnicos específicos da área e as reuniões setoriais, a exemplo daquelas realizadas pelas associações da área e pela Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão, onde discutem experiências e caminhos a serem seguidos.

Além da Rede Agricultura de Precisão, cujo funcionamento já foi detalhado, outras infraestruturas contribuem sobremaneira para essa integralização de esforços, ainda que muitas das organizações que as compõem não tenham aparecido nas redes elaboradas até aqui. São exemplos, além do já citado Projeto Aquarius, o Centro de Inovação no Agronegócio (CIAg), mantido pela Fundação Shunji Nishimiura; o Centro de Expertise em Agricultura Tropical (CEAT), mantido pela Bayer; o AgTech Garage, hub de inovação que conecta grandes empresas e startups da área, ligado a ESALQ/USP e a iniciativa AgTechValley – Vale do Piracicaba; dentre outras iniciativas que visam unificar esforços para o avanço da tecnologia.

Entre os eventos técnicos da área, o Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, realizado a cada dois anos, é citado como a principal infraestrutura de integração entre organizações de pesquisa e indústria (fornecedora e demandante). A última edição do congresso, realizada em outubro de 2018 em Curitiba, reuniu cerca de 800 participantes entre pesquisadores, profissionais de assistência técnica, consultores, professores, estudantes, empresas e produtores rurais, contemplando a realização de diferentes palestras, plenárias sobre desafios da área no Brasil, painéis setoriais sobre a atuação de cada categoria de atores, apresentação de trabalhos científicos e espaço para exposição de produtos e serviços. Esse ambiente, segundo alguns participantes, cria um cenário propício para a aproximação entre profissionais e usuários que trabalham com Agricultura de Precisão no Brasil e no mundo, ensejando, muitas vezes, parcerias concretizadas em projetos de PD&I desenvolvidos conjuntamente.

Essas infraestruturas, ou fatores tecnológicos, fecham o quadro de análise da estrutura das atividades de inovação em agricultura de precisão brasileira, em que se verificou os papéis desempenhados pelos principais atores, identificados como sendo ESALQ/USP e Embrapa como organizações de pesquisa indutoras do desenvolvimento dessa tecnologia e John Deere, AGCO, Jacto e Stara como organizações industriais com forte capital de investimento para esse avanço, refletindo em uma estrutura centralizada, com interações restritas a um grupo dominante, mantendo a margem do processo de desenvolvimento da tecnologia o seu usuário final.

4. Conclusões

Em princípio, o quadro teórico de sistemas de inovação, como visto em Watkins et al. (2015), considera a ação coletiva de governos, universidades, atividades empresariais, organizações intermediárias, instituições financeiras e sociedade civil, sob um determinado aparato institucional, como preponderante para a geração e difusão de uma inovação em uma economia nacional.

No entanto, apesar do crescimento econômico verificado em torno do agronegócio e mesmo dos resultados da aplicação da agricultura de precisão, os dados das redes mostram que,

embora haja interações importantes ocorrendo, estas têm estado restritas a um grupo dominante de organizações de pesquisa e industriais, sendo necessário alguma cautela e reflexão quanto a capacidade desse sistema em gerar desenvolvimento econômico endógeno, para além de crescimento econômico localizado, como defendido pelos teóricos da economia evolucionária (Nelson e Winter, 1982).

Parte desta cautela se deve a fraca atuação dos órgãos governamentais na orientação estratégica de pesquisa e consecução de políticas que favoreçam o desenvolvimento da tecnologia, o que tem sido um fator processual absolutamente negativo para o sistema, haja vista que caberia ao Estado, por exemplo, a adequação do sistema de educação para as necessidades do setor, de acordo com o National Research Council (1997), o que, como visto, não tem sido feito, gerando incerteza sobre o real interesse do governo em fomentar a tecnologia como definido na ENCTI (MCTIC, 2016) e contribuindo para o agravamento de falhas já existentes no sistema.

Além disso, o conceito de sistema de inovação tecnológica defendido por Carlsson e Stankiewicz (1991) pressupõe uma infraestrutura institucional particular sobre uma rede dinâmica de agentes interagindo nas áreas econômica e industrial, o que não pode ser afirmado a partir deste estudo. Embora tenha sido verificada a existência de um sistema complexo de interações retratado em rede, ainda que explorado neste estudo apenas superficialmente, não se verifica um aparato institucional tão específico quanto demandaria essas atividades para se configurar num sistema. Embora os atores e a infraestrutura existentes componham os elementos necessários para essa caracterização, as políticas e instituições que atuam sobre essas atividades são gerais do ambiente de inovação brasileiro.

Tudo isso demonstra que existe uma dissonância entre estrutura e processos em relação as atividades de inovação em agricultura de precisão. Isso porque embora existam atores relevantes e bem posicionados em um ambiente sistêmico, o funcionamento das atividades tem estado aquém do esperado para o setor, podendo gerar efeitos negativos de enfraquecimento sobre a agenda proposta em direção ao alcance do ODS 2, especialmente no que se refere a meta de garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.

5. Referências

- Adenle, A. A., Azadi, H., & Arbiol, J. (2015). Global assessment of technological innovation for climate change adaptation and mitigation in developing world. *Journal of Environmental Management*, 161, pp. 261-275. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.05.040>
- Aubert, B. A., Schroeder, A., & Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems*, 54(1), pp. 510-520. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>
- Bernardi, A. C., Naime, J. M., Resende, A. V., Bassoi, L. H., & Inamasu, R. Y. (2014). *Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília: Embrapa.
- Borgatti, S. P. (2002). Netdraw Network Visualization. *Analytic Technologies*. MA: Harvard.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing Social Network*. Sage Publications.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), pp. 93-118.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2013). *How to feed the world in 2050*. ONU.

- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas.
- Global Innovation Index. (2017). *Innovation Feeding the World*. Cornell Insead Wipo. Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to Social Network Methods*. Riverside: University of California, Riverside.
- Hekkert, M. P., Negro, S. O., Heimeriks, G., & Harmsen, R. (2011). *Technological Innovation System analysis: a manual for analysts*. Utrecht University.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting & Social Change*, 74(4), pp. 413-432.
- Inamasu, R. Y., & Bernardi, A. C. (2014). Agricultura de Precisão. Em A. C. Bernardi, *Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar* (pp. 21-33). Brasília: Embrapa.
- MCTIC. (2016). *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI 2016-2022*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações.
- National Research Council. (1997). *Precision Agriculture in the 21st Century: geospatial and information technologies in crop management*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Resende, A. V. (2010). Agricultura de precisão no Brasil: avanços, dificuldades e impactos no manejo e conservação do solo, segurança alimentar e sustentabilidade. *XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*. Teresina: Anais...
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. General Assembly. Acesso em 3 de Maio de 2017, disponível em <https://sustainabledevelopment.un.org>
- Watkins, A., Papaioannou, T., Mugwagwa, J., & Kale, D. (2015). National innovation systems and the intermediary role of industry associations in building institutional capacities for innovation in developing countries: A critical review of the literature. *Research Policy*, 44(8), pp. 1407-1418.

Práticas de inovação e desenvolvimento sustentável: uma revisão sistemática

Bertiene Maria Lack Barboza
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
bertienelack@gmail.com

João Luiz Kovaleski
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
kovaleski@utfpr.edu.br

Daiane Maria De Genaro Chiroli
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
reginapagani@utfpr.edu.br

Fabiane Florencio de Souza
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
fabianne.souzaa97@gmail.com

Resumo

Atualmente várias ações de políticas públicas têm relacionado ao desenvolvimento sustentável pensando dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) dentre estes objetivos propostos, as inovações vêm como impulsionadores de sustentabilidade. O objetivo do trabalho foi fazer uma revisão sistemática que possibilite entender como a temática de inovação e desenvolvimento sustentável tem sido desenvolvida nos estudos atuais. Os fundamentos metodológicos quantitativos foram feitos a partir da base de dados *Scopus* em conjunto com o software Bibliometrix, os qualitativos através do Methodi Ordinatio que selecionou 23 estudos para uma análise aprofundada. O trabalho conseguiu mensurar a evolução dos trabalhos que vem sendo realizado e pode se balancear com as lacunas do que se podem ser exploradas futuramente. As práticas de inovação que estão sendo desenvolvidas para atingir aos objetivos das ODS identificadas, são como técnicas agrícolas que aumentam a produtividade, a convergência de políticas públicas alinhadas a vários setores incluindo empresas, universidades, organizações de pesquisa e agências governamentais, as práticas de eco design e ciclo de vida, a inclusão e trabalhos sociais nas indústrias, a promoção de industrialização, fortalecimento da pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico.

Palavras chaves

Inovação, Desenvolvimento Sustentável, Revisão Sistemática.

1. Introdução

Atualmente várias ações de políticas públicas têm relacionado ao desenvolvimento sustentável pensando dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas – (ONU). As ODS foram criadas no ano de 2015, com metas sendo agendada até 2030, onde, para se alcançar estes objetivos, foi elaborado um plano de ação para as pessoas, planeta e para a prosperidade (Agenda 2030). Dentre os objetivos que

ela propôs as inovações vem como impulsionadores de produtividade, crescimento econômico e alavancam a criatividade para solucionar os desafios do desenvolvimento sustentável, que é fator-chave para a competitividade das organizações (Scherer & Carlomagno, 2009).

Ao se inovar e para inovar é possível contribuir ainda mais para atingir estes objetivos, pois desenvolver novos produtos, processos, pensar no ciclo de vida e na criação de valor, todos esses elementos, tanto isoladamente, quanto em conjunto promovem o bem estar, qualidade de vida e contribuem para criar comunidades sustentáveis, desenvolver ações de consumos e produção responsáveis que impactarão diretamente na redução dos impactos globais.

Para atingir estes objetivos, parte-se do princípio que as organizações dependem da sustentabilidade ambiental para sua eficácia organizacional. Com a velocidade da globalização e a facilitação do comércio, não estão apenas mudando a economia mundial, mas também influenciando na produção industrial. Assim com esse desenvolvimento acelerado, surgem novos desafios, como por exemplo, a escassez de recursos e a preocupação com o meio ambiente, a demanda das empresas em fazer inovação sem pensar em sustentabilidade é inviável (Jennings & Zandbergen, 1995).

A inovação dentro das empresas concentra-se geralmente em dois aspectos: desenvolvimento de novos produtos, sendo uma inovação radical, e melhoria de processos através da introdução de novas tecnologias, inovações incrementais (Bos-Brouwers, 2010).

A inovação sendo incremental ou radical, todas apresentam um sistema dinâmico e não linear comportamental, mas em um grau diferente. Contudo deve-se avaliar a estrutura de flexibilidade e o quanto ela irá impactar de forma positiva nas gerações futuras e revelar suas características sustentáveis. Quando se refere ao desenvolvimento sustentável atualmente a forma mais clara de abordar a temática é falando dos três pilares que o sustentam, sendo o Social, Ambiental e Econômico, conhecido como *Tripple Bottom Line*.

O social proporciona abranger as necessidades básicas de desenvolvimento das pessoas e sociedades a serem atendidos com segurança e de maneira consistente com o bem-estar humano. O ambiental tende promover a manutenção dos fatores e estratégias que contribuem para a qualidade do meio ambiente, a conservação dos recursos naturais, preocupações com as fontes alternativas de energia, tentando reduzir ao máximo os impactos ao planeta. O econômico favorece preços acessíveis, eficientes, suporta uma economia competitiva que satisfaz os níveis atuais de consumo e tem como objetivo a lucratividade das empresas (Lopez-Carreiro & Monzon, 2018).

O desenvolvimento sustentável não é algo que se dá em curto prazo, o maior objetivo das empresas hoje é a lucratividade que se deve dar lugar a abordagens mais sustentáveis. Um desenvolvimento mais sustentável implica numa melhor governança dos três pilares, assim gerando uma inovação (Bonny, 2011).

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem por objetivo fazer uma revisão sistemática que possibilite entender como a temática de inovação e desenvolvimento sustentável tem sido desenvolvida nos estudos atuais. Avaliar a produção acadêmica sobre um assunto específico permite benefícios para o escopo do trabalho (Ferreira & Picinin, 2018). A revisão bibliográfica sistemática permite mapear e compreender as interações entre as iniciativas de inovação e desenvolvimento sustentável, favorecendo assimilar conceitos que

auxiliam compreender elementos englobados pelo tema escolhido (Vanti 2002; Strehl, 2005). Para atingir este objetivo, visa-se responder aos seguintes questionamentos: Como está evoluindo a temática de inovação e desenvolvimento sustentável? Que práticas de inovação têm sido desenvolvidas voltadas ao atendimento das ODS? Quais lacunas de pesquisa podem ser identificadas a partir dos artigos publicados sobre inovação e desenvolvimento sustentável?

2. Metodologia

Este trabalho é classificado quanto aos objetivos de natureza básica, pois visa o progresso científico, a ampliação de conhecimentos teóricos acerca de inovação e desenvolvimento sustentável. Em relação aos objetivos, possui natureza descritiva, versando sobre a temática de inovação e sustentabilidade. A pesquisa tem uma lógica indutiva, a qual mostra o processo de pesquisa e coleta de dados, com abordagem combinada, ou seja, utiliza dados quantitativos e qualitativos.

Os procedimentos metodológicos que conduzem este trabalho são de natureza descritiva, a abordagem quantitativa é desenvolvida no processo de seleção de trabalhos, na base de dados *Scopus*, devido à importância dessa base na disponibilização de artigos em engenharia, com multidisciplinaridade e por terem um número representativo de periódicos de diferentes áreas, com impacto significativo. Para efetivar a busca, definiram-se quatro eixos de pesquisa, conforme apresentado na tabela 1. Para busca, não houve recorte temporal.

Tabela 1. Eixos de Pesquisa

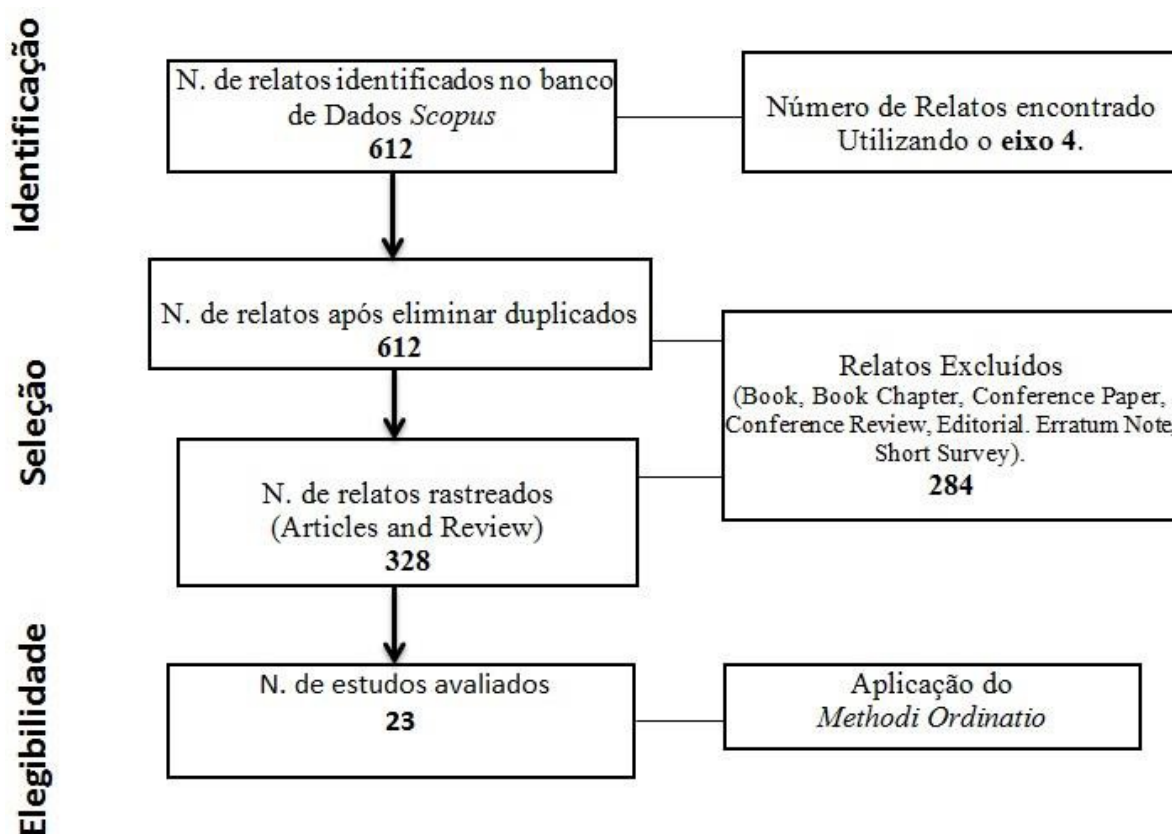
Eixo	Palavras-chave	Número de trabalhos encontrados
1	“Sustainability” AND “innovation”	7713
2	“Sustainable development” AND “innovation”	5659
3	“Product development” AND “innovation”	5988
4	"Product development" AND "innovation" AND "sustainable"	612

Fonte: Elaboração própria.

O procedimento técnico é de pesquisa documental tendo como instrumento o software Bibliometrix, de Massimo & Cuccurollo, (2017), o qual permite uma análise abrangente de mapeamento científico da literatura. O software colaborou para a análise dos artigos depois de selecionados da base de dados a partir disso, eles foram trabalhados mostrando a participação do objeto de estudo em relação ao todo, com médias e evolução das pesquisas ao longo do tempo mostrando a participação e a evolução global da temática.

Já a abordagem qualitativa segue da análise dos trabalhos mais relevantes onde classificou os artigos pelo protocolo proposto por Pagani et al (2015), denominado *Methodi Ordinatio*, e trata-se de um método de apoio à tomada de decisão que considera três variáveis: fator de impacto, número de citações e ano de publicação. Estas variáveis foram consideradas para a seleção de artigos bem como a leitura completa. Nesta etapa, foram selecionados 23 artigos e assim concluiu-se a validação dos mesmos. Neste processo de seleção utilizou o fluxo de informações do método PRISMA (Figura 1), com as diferentes fases de uma revisão sistemática (Liberati et al., 2009).

Figura 1 – Método PRISMA



Fonte: Elaboração própria.

Após a leitura dos artigos, foi realizada a revisão de conceitos sobre inovação e desenvolvimento sustentável, e buscou responder aos questionamentos apresentados no tópico anterior.

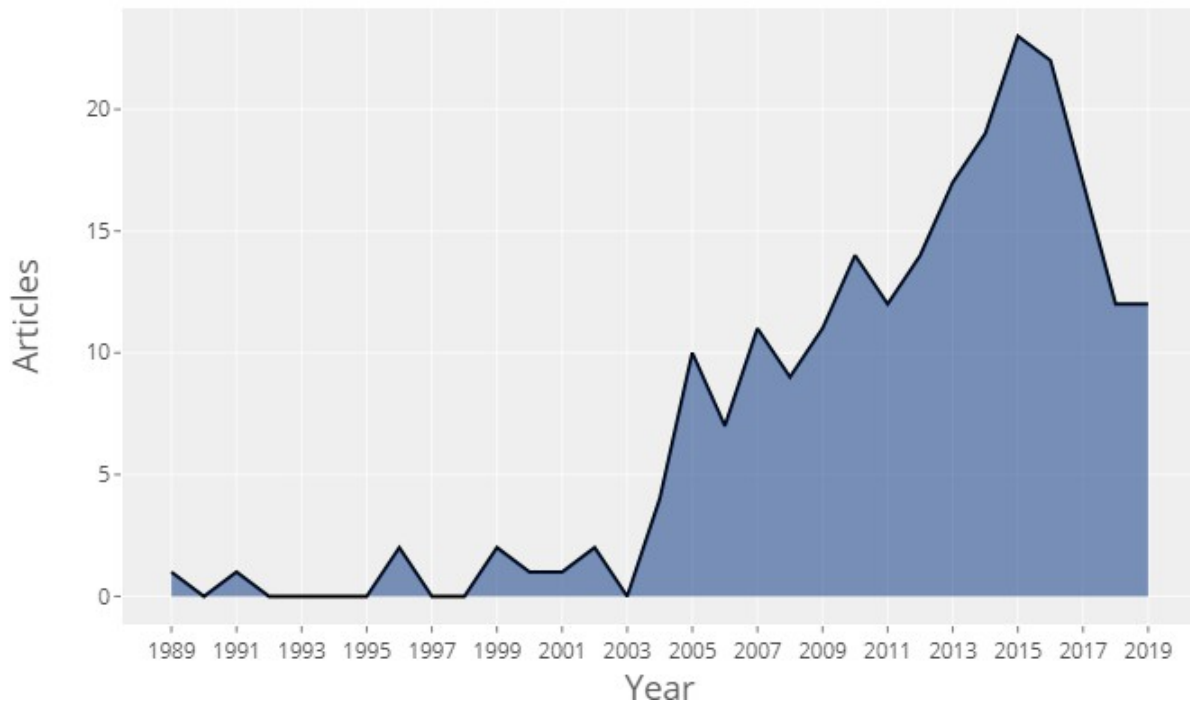
3. Análise e Discussão dos Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados e discussões, seguindo a ordem dos questionamentos realizados anteriormente, deste modo, obedecerá a uma hierarquia do tema mais abrangente para o mais específico.

Em resposta de como está evoluindo a temática de inovação e desenvolvimento sustentável, no gráfico 1 se apresenta a evolução da produção científica por ano, onde tem-se que o primeiro estudo que foi desenvolvido nos de 1989 até o ano atual.

Gráfico 1 – Evolução da produção científica por ano

Annual Scientific Production



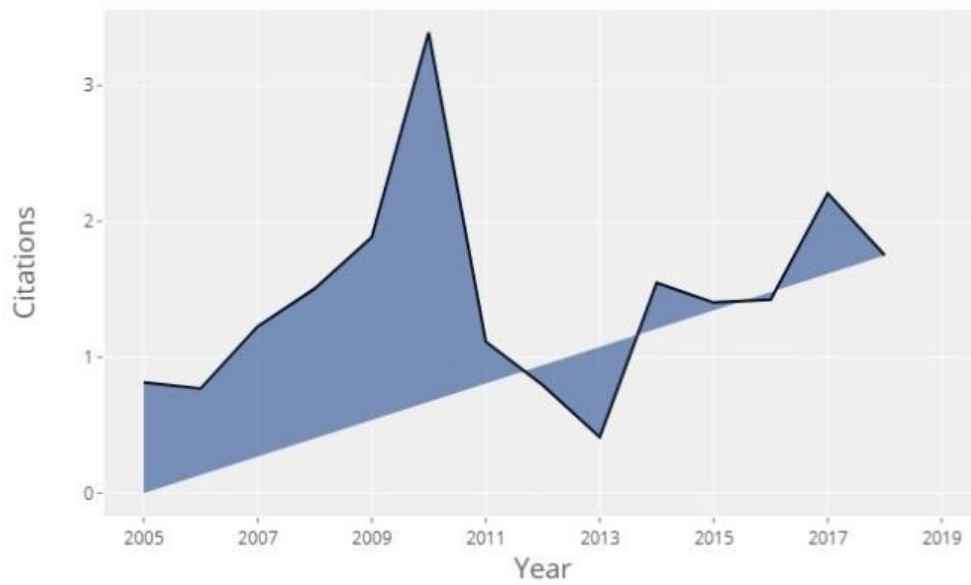
Fonte: Elaboração própria.

A partir do Gráfico 1, percebe-se um crescimento de publicações sobre a temática, a partir de 2005 e gerando um maior aumento de produções no ano de 2015. O aumento do número de publicações neste ano, pode ter sido ocasionada pelo desencadeamento de ações sustentáveis, a partir dos relatórios de Bruntland, o qual descreve sobre iniciativas a serem adotadas por países industrializados e enfatiza sobre os riscos do uso dos recursos naturais sem impactar as necessidades futuras.

Posteriormente se analisou a média de citações dos artigos publicados dos artigos por ano, que traz como um dos aspectos de que as pesquisas estão sendo bem utilizadas pela comunidade, o número de vezes que um artigo é citado demonstra sua relevância e reconhecimento pela comunidade científica, e como é um dos parâmetros do Methodi Ordinatio, foi analisado. Observou-se uma grande quantidade de citações no ano de 2009 e 2010 estando inclusos alguns dos trabalhos que foram utilizados para avaliação da temática neste período (gráfico 2).

Gráfico 2 – Média de Citações por ano

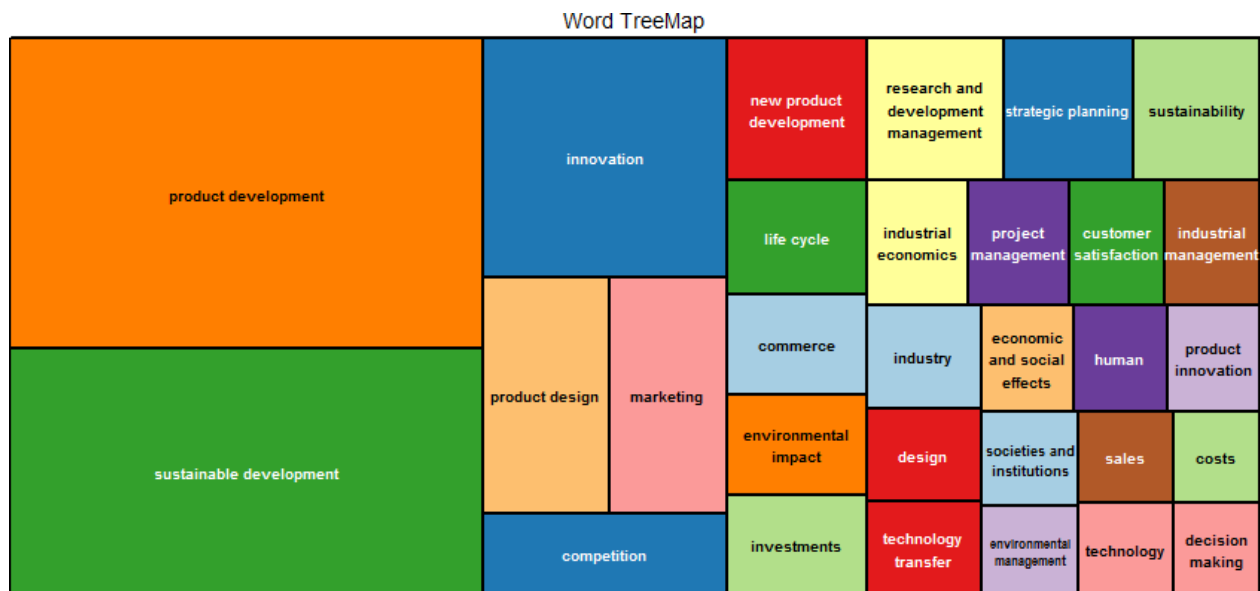
Average Article Citations per Year



Fonte: Elaboração própria.

Também se avaliou nos trabalhos, a árvore temática (Figura 2) a qual apresenta a correlação dos temas pesquisados com os trabalhos produzidos, criando uma relação das palavras mais citadas e mais utilizadas dentro destas pesquisas.

Figura 2 – Árvore Temática



Fonte: Elaboração própria.

Como é possível observar na Figura 2, a palavra Inovação possui maior correlação com Competição e Planejamento Estratégico. Já o tema de Desenvolvimento Sustentável apresentou maior relação com Ciclo de vida e Satisfação do Consumidor. O mapeamento desta árvore mostra também que o maior conjunto de trabalhos avaliados aponta o Desenvolvimento de Produtos, que é vinculado ao seu relacionamento ao Impacto Ambiental levando a análise que as pesquisas científicas estão levando ao caminho do desenvolvimento de produtos visando o meio ambiente e medindo as consequências já no início de sua concepção.

Oposto ao ocorrido no movimento da qualidade, a adesão das empresas ao desenvolvimento sustentável vem inicialmente de fora para dentro, como forma de ir contra as afirmações e críticas ao papel das indústrias feitas por diversas entidades governamentais e da sociedade civil organizada, responsabilizando-as pelos processos de degradação social e ambiental que atingem o sistema global. A mais citada definição de desenvolvimento sustentável é: “Desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades” (Barbieri et al, 2010).

Dos trabalhos lidos, observou-se que práticas de inovação têm sido adotadas pelas empresas para que se adequem e cumpram os ODS mostram que se dividem em três aspectos: os sociais, ambientais e econômicos. Ressalta-se também que a maioria das empresas desenvolvem pelo menos uma ação que se identifica com um destes três pilares e no desenvolvimento de seus projetos.

As corporações estão assumindo um papel cada vez mais significativo pela busca da sustentabilidade, vindo a minimizar os impactos sociais e ambientais causados pela produção, assim a inovação é entendida agora como forma de contribuir para o desenvolvimento sustentável. A inovação orientada para a sustentabilidade pode incluir recursos renováveis, logística reversa, ecoeficiência, eco design, cadeia de suprimentos verde e envolvimento de toda a cadeia de suprimentos (Mores et al, 2018).

A motivação das indústrias atualmente em realizar estudos que busquem matérias-primas limpas e renováveis vem junto com as limitações que estão surgindo em seu caminho como a escassez de recursos e limitações da natureza (Mores et al, 2018).

Os padrões ambientais vêm sendo adequadamente projetados para desencadear inovações que diminuam custo de um produto ou melhorar e agregar valor. A busca por destacar a natureza sistêmica da inovação e como isso pode moldar tanto as decisões estratégicas da empresa como as decisões das políticas públicas.

A influência dos meios de comunicação e a rápida internacionalização de dados faz com que os consumidores fiquem atentos e não sejam negligenciados, assim poucas empresas "ficam verdes" em simplesmente em resposta à pressão pública, embora uma ampla gama de pressões socioeconômicas possa incentivar as empresas a tornar-se "mais verde", por exemplo, custo, acionistas e associações comerciais (Mores et al, 2018).

A imagem das indústrias que estão enfatizando seu comprometimento com o meio ambiente e sustentabilidade estão sendo bem vistas aos olhos dos consumidores. De forma que a consequência dos estudos anteriores sobre sustentabilidade e inovação tenha a resposta da empresa como um processo linear pelo qual a empresa reage desenvolvendo ou introduzindo uma nova tecnologia ou existente, é observado muito mais um processo sistêmico, que vai além da relação entre regulação ambiental e inovação, para incluir fatores que trazem benfeitorias para ambas as partes interessadas (Walker & Phillips, 2008).

A visão de curto prazo era a barreira aparente nos setores público e privado e que a sustentabilidade requer analisar os períodos de tempo mais longos do que os ciclos de vida do

produto. A inovação pode vir de pequenas empresas de cadeias de abastecimento assim atingindo os grandes fornecedores que também são propensos ao curto prazo, quando se avalia a cadeia como um todo o desenvolvimento de inovação está sendo pensado em longo prazo. Os funcionários de toda a cadeia de suprimentos têm um papel importante a desempenhar no apoio à sustentabilidade e inovação, para superar uma cultura avessa ao risco e visão de curto prazo.

O consumo sustentável tende a ser centrado no consumidor final, deixando de lado o consumo industrial e contratos públicos. O governo de compras e cadeias de fornecimento industrial também tem um papel fundamental e podem ter grande impacto sobre a abordagem da empresa em relação à sustentabilidade e à inovação (Walker & Phillips, 2008).

As características de desenvolvimento sustentável são esclarecidas com a aplicação de princípios de sustentabilidade ao sistema de inovação, a inovação e o desenvolvimento sustentável podem interagir um com o outro.

Em primeiro lugar, a inovação não é um fim, mas um meio de lidar com a mudança e o desenvolvimento do futuro. Pois há dois insights para a criação de uma inovação, sendo o primeiro uma resposta de um mercado ou demanda social, o segundo pode ser uma tentativa de criar uma demanda de mercado ou social. O desenvolvimento sustentável tem sido uma resposta da atual sociedade que está gerando uma série de inovações. Inovação é mais que uma invenção já que engloba não apenas a geração do novo com seu criativo precedente de processos, mas também a sua implementação ao mercado.

Assim, a geração de novidades e sua implementação relacionada, exige criatividade e considerações de sustentabilidade. Da perspectiva do pensamento sistêmico, surge à inovação sustentável que tem a ver com o respeito ao seu processo de geração, bem como à sua implementação e difusão no mercado, abrangendo as perspectivas econômicas, ecológicas e sociais da sustentabilidade. A capacidade de gerar inovação sustentável é crucial para a sobrevivência dos sistemas de várias escalas e, assim, torna a inovação um veículo para a produção do desenvolvimento sustentável (Steiner, 2008).

A adoção de ações sustentáveis faz com que as indústrias possam melhorar a inovação e o perfil de seus produtos e processos e alcançar maior competitividade e, conseqüentemente a sustentabilidade é considerada um dos novos meios que promovem a inovação.

Quando se refere à cadeia de suprimentos como um todo no que diz respeito às práticas orientadas a introdução de certificações ambientais ajuda empresas para abordar as questões de sustentabilidade. Para conseguir se adequar em menos tempo uma diferenciação em comparação com outras cadeias de fornecimento da indústria a inovação vem abordando a questão da sustentabilidade. Na mesma maneira, a introdução de produtos ecológicos, realizados, por exemplo, usando matérias-primas orgânicas e embalagens sustentáveis, atua na diferenciação no mercado, em termos de qualidade, e processo, já que os clientes veem como diferencial o produto ser novo e ecológico ao mesmo tempo (Macchion et al., 2017).

A inovação vem sendo entendida como um impulsionador tecnológico é, portanto, ligado à sustentabilidade. Em outras palavras, o gerenciamento tecnológico de inovação para a sustentabilidade é um aspecto fundamental para o desenvolvimento do sistema (Lopez-Carreiro & Monzon, 2018).

A eco inovação tem um foco importante no design ecológico e tem sobreposições importantes com o meio ambiente. A popularidade do termo eco inovação pode resultar em políticas que se concentram em eco design e rótulos ecológicos, enquanto a perspectiva de inovação sustentável pode se concentrar em políticas que promovem mudanças sociais mais amplas. Em meados da década de 1990, a literatura incipiente sobre desenvolvimento sustentável e mudança tecnológica começou a usar termos específicos, como eco inovação e

inovação ambiental, para se referir explicitamente às inovações visando a redução dos impactos ambientais, na tentativa de operacionalizar o desenvolvimento sustentável (Franceschini et al, 2016).

A mistura de inovação e desenvolvimento sustentável gera a produção de um novo conceito de produto o chamado eco design. As empresas inteligentes estão abordando a sustentabilidade como a nova fronteira da inovação. Assim vem se consolidando que o desenvolvimento sustentável e a inovação são dependentes (Santolaria et al, 2011).

Outro fator observado ao longo do estudo está relacionado às práticas de inovação têm sido desenvolvidas voltadas ao atendimento das ODS. Percebeu-se que muitos trabalhos eram anteriores à 2015, sendo assim, não abordaram sobre as metas de desenvolvimento sustentável, mas evidenciaram sim ações que condizem com os 17 objetivos traçados pela ONU, dentre eles, destacam-se:

Os trabalhos de Bonny, S. (2011) e Heinemann, J. A., et al. (2014) apresenta correlação com a ODS (2) Fome Zero e Agricultura Sustentável, pois já abordavam que práticas de inovação devem se preocupar com as técnicas agrícolas que aumentam a produtividade e com a diversidade genética devido ao uso exagerado dos agrotóxicos.

O estudo de Rampersad, G., Quester, P., & Troshani, I. (2010) que traz como práticas de inovação a convergência de políticas públicas alinhadas a vários setores incluindo empresas, universidades, organizações de pesquisa e agências governamentais estão correlacionas com a ODS (8) Trabalho Decente e Crescimento Econômico.

Em destaque a ODS (9) Indústria, Inovação e Infraestrutura, que tem como objetivo: construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação é abordada de forma indireta e direta em todos os artigos pois com a promoção de industrialização, fortalecimento da pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico são práticas expostas em todos os trabalhos.

O trabalho de Becker, D. R., Drake, R. E., & Bond, G. R. (2014) apresenta relatos de inclusões de funcionários com problemas mentais e de colaboradores que visam melhorar a qualidade e os cuidados de saúde assim se relacionando com a ODS (10) Redução da Desigualdades.

A ODS (11) Cidades e Comunidades Sustentáveis, que objetiva: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis começou a ser analisada no trabalho de Steiner, G. em 2008 com o caso de desenvolvimento urbano sustentável para a cidade de Graz, na Áustria sem ter aspectos sobre o conceito de *Smart City* que vem a ser mais popular após 2015.

Sharma, A. (2005) e Santolaria, M., et al. (2011) abordam as sobre as práticas de inovação de eco design e ciclo de vida que estão relaciondas a ODS (12) de Consumo e Produção Responsáveis, que objetiva: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

Dos estudos avaliados para elaboração deste artigo a ODS (17) de Parcerias e Meios de Implementação, que objetiva: fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável é tratada por 9 dos 23 trabalhos (Bos-Brouwers, H. E. J. (2010), Johnsen, T. E. (2009) Hurmelinna-Laukkanen, P., Sainio, L. M., & Jauhiainen, T. (2008), Fliess, S., & Becker, U. (2006), Walker, H., & Phillips, W. (2008) Massini, S., & Miozzo, M. (2012) Guo, L. (2008), Heinemann, J. A., et al. (2014) Lesschaeve, I., & Bruwer, J. (2010)), mostrando a importância da união de todo o globo. De forma que se precisa internacionalizar os dados, como numa indústria o envolvimento tem que ser dar da alta diretoria e atingir todos os colaboradores, o cumprimento desta meta se dá pelo envolvimento e

colaboração todas as regiões do mundo, parcerias de países desenvolvidos colaborando com os que estão em desenvolvimento e assim atingido os países emergentes em busca do desenvolvimento sustentável.

E, por fim, mapeou-se as lacunas de pesquisa, a partir dos artigos publicados sobre inovação e desenvolvimento sustentável. Para identificar tais lacunas, consideraram-se as perspectivas do *Tripple Bottom Line*. O Quadro 1 apresenta essas lacunas nas perspectivas.

Quadro 1. Lacunas de Pesquisa dos estudos avaliados

Lacunas de Pesquisa	Perspectiva	Autores
Práticas de inovação sustentável em pequenas e médias empresas.	Econômico	Bos-Brouwers, H. E. J. (2010)
Envolvimento do fornecedor em projetos de inovação.	Econômico	Johnsen, T. E. (2009)
Pesquisas de gestão da inovação em diferentes níveis de desenvolvimento de países.	Social	Rampersad, G., Quester, P., & Troshani, I. (2010)
Impactos na comunidade para a Co criação e inovação.	Social	Rowley, J., Kupiec-Teahan, B., & Leeming, E. (2007)
Inovações radicais e pesquisas sobre propriedade intelectual.	Meio Ambiente	Hurmelinna-Laukkanen, P., Sainio, L. M., & Jauhiainen, T. (2008)
Impactos de novos produtos na cadeia de suprimentos.	Econômico	Fliess, S., & Becker, U. (2006)
Gerenciamento e estrutura organizacional e sua relevância com o ciclo de vida do produto e estratégia de Inovação Colaborativa de Produto.	Meio Ambiente e Econômico	Sharma, A. (2005)
Âmbito global, o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para a gestão de inovações.	Meio Ambiente	Barbieri, J. C., et al. (2010)
Inovações na cadeia de valor.	Econômico	Selviaridis, K., & Wynstra, F. (2015)
Equilíbrio aquisição sustentável doméstica e internacional. Visão sistêmica da sustentabilidade e a inovação.	Social e Econômico	Walker, H., & Phillips, W. (2008)
Eco design em frameworks de inovação.	Meio Ambiente	Santolaria, M., et al. (2011)
Inovação em diferentes níveis da empresa e filiais, diferentes países.	Social	Massini, S., & Miozzo, M. (2012)
Propriedades intelectuais. Como os sistemas sociais afetam em grande parte o desenvolvimento de novos produtos da empresa.	Social	Guo, L. (2008)
Interligação da gestão da qualidade com a gestão da Inovação	Econômico	Prajogo, D. I., & Sohal, A. S. (2004)
Implicações do conceito de inovação sustentável em um ambiente organizacional e regional.	Social e Meio Ambiente	Steiner, G. (2008)
Aspectos sociais, políticos e econômicos dentro da inovação.	Social	Bonny, S. (2011)
Desenvolvimento de inovação social.	Social	Becker, D. R., Drake, R. E., & Bond, G. R. (2014)
Inovação eco eficiente, inovação voltada a sustentabilidade, inovação socio ecológica e externalidade.	Meio Ambiente	Franceschini, S., Faria, L. G. D., & Jurawetzki, R. (2016)
Impactos ambientais das inovações na agricultura.	Meio Ambiente	Heinemann, J. A., et al. (2014)
Impacto no consumidor no desenvolvimento de produtos de inovação.	Social	Lesschaeve, I., & Bruwer, J. (2010)
Propriedades de distribuição e produção e a implementação práticas sustentáveis em instalações de terceiros.	Social e Econômico	Macchion, L., et al. (2017)
Analisar a implementação de novas ações no campo da inteligência, variando os indicadores de <i>smart city</i> .	Econômico	Lopez-Carreiro, I., & Monzon, A. (2018)

Cadeias produtivas com o uso de matérias-primas renováveis. Vantagens e desvantagens de produção do ciclo de vida do plástico verde. Estudo de políticas que considerem a ciência, a tecnologia e inovações baseadas em eco design.	Meio Ambiente	Mores, G., et al. (2018)
---	---------------	--------------------------

Fonte: Elaboração própria.

A análise deste quadro responde ao último questionamento do trabalho que é como o desenvolvimento sustentável e a inovação ainda podem ser desenvolvidos pela pesquisa científica, e após a avaliação destes trabalhos pode se perceber que ainda tem muito com o que se analisar pois as consequências das inovações em meio a toda a cadeia de fornecimento nas empresas é uma lacuna que vem a ser incentivada em vários trabalhos, o desenvolvimento e aplicação de ferramentas que mensurem o impacto das inovações ao longo de toda a cadeia de valor.

Fazendo uma ligação com a evolução das pesquisas relacionadas de inovação e desenvolvimento sustentável e com que se sugere a ser estudado o setor de agricultura e da cadeia de suprimentos estão presentes nas ODS (2) Fome Zero e Agricultura Sustentável, (15) Vida Terrestre e a (17) de Parcerias e Meios de Implementação.

4. Conclusão

Este estudo de pesquisa qualitativa e quantitativa contribui para o conhecimento e descobrimento de como está evoluindo a pesquisa científica na temática de inovação e desenvolvimento sustentável que pode se observar que está em constante evolução. O trabalho conseguiu mensurar a quantidade de trabalhos que vem sendo realizado e pode se balancear com um quadro onde responde as lacunas do que se podem ser exploradas futuramente.

As práticas de inovação que estão sendo desenvolvidas para atingir aos objetivos das ODS identificadas (2) Fome Zero e Agricultura Sustentável, (8) Trabalho Decente e Crescimento Econômico, (9) Indústria, Inovação e Infraestrutura, (10) Redução da Desigualdades, (11) Cidades e Comunidades Sustentáveis, (12) de Consumo e Produção Responsáveis, (17) de Parcerias e Meios de Implementação que foram identificadas são como técnicas agrícolas que aumentam a produtividade, a convergência de políticas públicas alinhadas a vários setores incluindo empresas, universidades, organizações de pesquisa e agências governamentais, as práticas de inovação, eco design e ciclo de vida, a inclusão e trabalhos sociais nas indústrias e a promoção de industrialização, fortalecimento da pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico.

Este trabalho apresentou definições e aplicações das inovações, que como descoberto apresenta três características fundamentais: complexidade, dinamismo e incerteza (Silvestre & Tirca, 2019). A generalização das inovações pode tornar a pesquisa abrangente, a evolução das tecnologias e adequação a normas ambientais que mudam constantemente também influenciam nos impactos que levarão a um desenvolvimento sustentável.

Como a maioria das pesquisas, este estudo tem algumas limitações, sendo a primeira foi na busca não ter realizado o recorte temporal, e pelo fato de querer tentar correlacionar as ODS que surgiram em 2015, os artigos deveriam ser rastreados a partir deste ano. A segunda que o estudo pode ser realizado em outras bases de dados que apresentem mais trabalhos com esta temática.

5. Referências

- Agenda 2030. (2019). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 30 de abril de 2019.
- Barbieri, J. C. et al. Inovação e sustentabilidade: Novos modelos e proposições. *RAE*, 2010, 146–154.
- Becker, D. R., Drake, R. E., & Bond, G. R. (2014). The IPS supported employment learning collaborative. *Psychiatric Rehabilitation Journal*, 37(2), 79–85. <https://doi.org/10.1037/prj0000044>
- Bonny, S. (2011). Herbicide-tolerant transgenic soybean over 15 years of cultivation: Pesticide use, weed resistance, and some economic issues. The case of the USA. *Sustainability*, 3(9), 1302–1322. <https://doi.org/10.3390/su3091302>
- Bos-Brouwers, H. E. J. (2010). Corporate sustainability and innovation in SMEs: Evidence of themes and activities in practice. *Business Strategy and the Environment*, 19(7), 417–435. <https://doi.org/10.1002/bse.652>
- Fliess, S., & Becker, U. (2006). Supplier integration - Controlling of co-development processes. *Industrial Marketing Management*, 35(1), 28–44. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2005.07.004>
- Franceschini, S., Faria, L. G. D., & Jurowetzki, R. (2016). Unveiling scientific communities about sustainability and innovation. A bibliometric journey around sustainable terms. *Journal of Cleaner Production*, 127, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.142>
- Guo, L. (2008). Perspective: An Analysis of 22 Years of Research in JPIM. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 249–260. <https://doi.org/10/ddwc7c>
- Heinemann, J. A., et al. (2014). Comment on sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12(4), 383–386. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.939842>
- Hurmelinna-Laukkanen, P., Sainio, L. M., & Jauhiainen, T. (2008). Appropriability regime for radical and incremental innovations. *R and D Management*, 38(3), 278–289. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00513.x>
- Jennings, P. D., & Zandbergen, P. A. (1995). *Ecologically Sustainable Organizations: An Institutional Approach*. *The Academy of Management Review*, 20(4), 1015. doi:10.2307/258964
- Johnsen, T. E. (2009). Supplier involvement in new product development and innovation: Taking stock and looking to the future. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 15(3), 187–197. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2009.03.008>
- Lesschaeve, I., & Bruwer, J. (2010). The importance of consumer involvement and implications for new product development. In *Consumer-Driven Innovation in Food and Personal Care Products*. <https://doi.org/10.1533/9781845699970.3.386>
- Liberati, A., et al. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1–e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Lopez-Carreiro, I., & Monzon, A. (2018). Evaluating sustainability and innovation of mobility patterns in Spanish cities. Analysis by size and urban typology. *Sustainable Cities and Society*, 38(January), 684–696. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.029>
- Macchion, L., et al. (2017). Improving innovation performance through environmental practices in the fashion industry: the moderating effect of internationalisation and the influence of collaboration. *Production Planning and Control*, 28(3), 190–201. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1233361>
- Massini, S., & Miozzo, M. (2012). Outsourcing and Offshoring of Business Services: Challenges to Theory, Management and Geography of Innovation. *Regional Studies*, 46(9), 1219–1242. <https://doi.org/10.1080/00343404.2010.509128>
- Massimo, A. & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975, Elsevier, DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007
- Mores, G. V., Finocchio, C. P. S., Barichello, R., & Pedrozo, E. A. (2018). Sustainability and innovation in the Brazilian supply chain of green plastic. *Journal of Cleaner Production*, 177, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.138>
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109–2135. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>
- Prajogo, D. I., & Sohal, A. S. (2004). The Sustainability and Evolution of Quality Improvement Programmes - An Australian Case Study. *Total Quality Management and Business Excellence*, 15(2), 205–220.

- <https://doi.org/10.1080/1478336032000149036>
- Rampersad, G., Quester, P., & Troshani, I. (2010). Managing innovation networks: Exploratory evidence from ICT, biotechnology and nanotechnology networks. *Industrial Marketing Management*, 39(5), 793–805. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2009.07.002>
- Rowley, J., Kupiec-Teahan, B., & Leeming, E. (2007). Customer community and co-creation: A case study. *Marketing Intelligence and Planning*, 25(2), 136–146. <https://doi.org/10.1108/02634500710737924>
- Santolaria, M., Oliver-Sol, J., Gasol, C. M., Morales-Pinzón, T., & Rieradevall, J. (2011). Eco-design in innovation driven companies: Perception, predictions and the main drivers of integration. the Spanish example. *Journal of Cleaner Production*, 19(12), 1315–1323. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.03.009>
- Selviaridis, K., & Wynstra, F. (2015). Performance-based contracting: A literature review and future research directions. *International Journal of Production Research*, 53(12), 3505–3540. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.978031>
- Silvestre, B. S., & ȚIRCĂ, D. M. (2019). Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future, *Journal of Cleaner Production*, (208), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.244>.
- Strehl, L. (2005). O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. *Ciências da Informação*, Brasília, 34(1), 19–27.
- Scherer, F. O. & Carlomagno, M. S. (2009). *Gestão da inovação na prática: como aplicar conceitos e ferramentas para alavancar a inovação*: Editora Atlas SA.
- Sharma, A. (2005). Collaborative product innovation: Integrating elements of CPI via PLM framework. *CAD Computer Aided Design*, 37(13), 1425–1434. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2005.02.012>
- Steiner, G. (2008). Supporting sustainable innovation through stakeholder management: a systems view. *International Journal of Innovation and Learning*, 5(6), 595. <https://doi.org/10.1504/ijil.2008.019143>
- Vanti, N. A. P. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, 31(2), 152–162.
- Walker, H., & Phillips, W. (2008). Sustainable procurement: emerging issues. *International Journal of Procurement Management*, 2(1), 41. <https://doi.org/10.1504/ijpm.2009.021729>

Los sistemas de innovación regional: una mirada desde las redes de interacción para su gestión y fortalecimiento

Adriana Lucia Ballesteros Bahamón

Estudiante Universidad Pontificia Bolivariana, Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación,
Medellín, Colombia

adriana.ballesteros@upb.edu.co

Diana P. Giraldo R.

Docente Escuela de Ingenierías, Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Medellín,
Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

dianap.giraldo@upb.edu.co

Resumen

El presente documento busca evidenciar los aspectos más relevantes en relación con los sistemas de innovación regional y sistemas de innovación agrícola como mecanismo de articulación de actores en territorio, analizando los principales componentes que inciden sobre su dinámica y evolución. A partir de la información recopilada se busca identificar y discutir los principales vacíos de la investigación referenciados por algunos autores con el propósito de definir futuros proyectos de investigación enfocados hacia sectores agrícolas y agroindustriales, considerando los sistemas de innovación regional como una estrategia para promover el relacionamiento entre actores a través de la construcción de redes, fomentando procesos de aprendizaje, innovación y competitividad a nivel regional.

Palabras clave

Redes, sistemas de innovación regional, sistemas de innovación agrícola, interacción, actores, evolución.

1. Introducción

La innovación se ha considerado un eje fundamental en el desarrollo de un país, una región y de sus sectores productivos, ya que posibilita la generación de ventajas competitivas con enfoque hacia el cambio tecnológico por medio de mecanismos de trabajo articulado como lo son los sistemas de innovación. La definición de los sistemas de innovación ha tenido gran difusión en las últimas dos décadas, siendo una herramienta útil para estudiar de manera integral y sistemática las fortalezas y debilidades en materia de CTI de un país, una región o un sector (Padilla, 2013). En referencia al funcionamiento de los sistemas de innovación, la OCDE (2012) menciona “un sistema de innovación debe unir el sector público con el privado y crear una interacción cercana entre el gobierno, la academia, la actividad empresarial y la sociedad civil” (p.192).

A nivel regional, los sistemas de innovación se refieren a la articulación y relacionamiento entre distintos actores locales los cuales puedan desarrollar proyectos de innovación en conjunto. Para Cooke & Schienstock (2000) un sistema de innovación regional podría entenderse desde el contexto de infraestructura institucional soportada en la innovación, como aquella que está geográficamente definida y administrativamente soportada en las redes

conformadas por las instituciones que interactúan regularmente para mejorar los procesos de innovación en las empresas y en las regiones.

A partir de este enfoque, los sistemas de innovación regional se fundamentan en dos planteamientos; el primero, desde la perspectiva de geografía económica, relacionado con la ciencia regional, es decir, el impacto socioeconómico de la industria de alta tecnología en las regiones, así como las sinergias que se establecen entre los agentes y políticas de innovación. En segundo lugar, se basa en el planteamiento de la economía evolucionista, que se centra en el análisis del proceso de innovación, el cual se le caracteriza como interactivo y no lineal, basado en el aprendizaje colaborativo e integral (Llisterri, Pietrobelli, & Larsson, 2011).

Para Howells (2005), la generación de conocimiento y la innovación cobran importancia cuando hay cambios en el crecimiento económico y la productividad de una región, dependiendo en algunos casos del nivel tecnológico y de las condiciones de adopción de estas tecnologías. Por otro lado, las características de proximidad entre individuos y empresas inciden en el crecimiento económico y la innovación. Sin embargo, aún el análisis de estos factores dentro de la dinámica de crecimiento económico se encuentra incompleta, ya que, los indicadores generados se relacionan con la medición del nivel de retorno económico a través de proyectos de I+D en sistemas específicos, sin considerar los demás aspectos mencionados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que la dinámica de los sistemas de innovación se relaciona con la capacidad de interacción e intercambio de conocimiento entre actores, siendo el aprendizaje organizacional un aspecto clave en su evolución y adopción. Sin embargo, se continúa tomando como punto de partida lineamientos y dinámicas nacionales, sin considerar aspectos regionales dejando de lado la dinámica institucional y las capacidades de aprendizaje interactivo, de evolución y de adaptación al cambio.

2. Desarrollo

El concepto de sistemas de innovación regional surge de dos enfoques, desde la perspectiva de los sistemas de innovación, construido a partir de la teoría de evolución de la economía y los cambios tecnológicos, definiendo la innovación como un proceso evolutivo y de interacción social, el segundo enfoque, desde el nivel regional se concibe como el ambiente socio institucional en el cual las innovaciones emergen (Doloreux & Parto, 2005). A partir de estos dos enfoques, se considera que el sistema de innovación regional se caracteriza por las diversas actividades de innovación e interacción entre los diferentes actores, tales como empresas, creadores de conocimiento y las organizaciones difusoras; como universidades, centros e institutos de investigación y agencias de transferencia de tecnología, soportadas en la cultura de innovación generada entre estas (Doloreux & Parto, 2005).

La definición de sistemas de innovación regional podría entonces determinarse, por la dinámica de la interacción sistemática entre los actores para la innovación, el trabajo en red y las capacidades de aprendizaje que poseen. A partir de estos criterios, vale la pena mencionar los cinco aspectos claves identificados por Cooke (2001) para determinar el funcionamiento de un sistema de innovación regional; (1) *región*, entendida como la unidad política que interactúa con los niveles local y nacional, con homogeneidad cultural y sistemas de gobernanza como soporte del desarrollo económico, particularmente la innovación, (2) *innovación*, vista como la comercialización de nuevo conocimiento a partir de productos y procesos, resultado de la investigación dentro de las empresas, (3) *redes*, entendidas como el conjunto recíproco entre actores basado en enlaces de confianza y cooperación con propósitos e intereses comunes, (4)

aprendizaje, con enfoque particular a nivel institucional, en donde la generación de conocimiento, habilidades y capacidades podrían estar inmersas en las rutinas de las empresas y organizaciones como soporte de la innovación y (5) *interacción*, entendida como la forma regular de comunicación entre actores a partir de las redes conformadas, con el propósito de aprender, proponer ideas de proyectos o desarrollo de prácticas colectivas.

Tomando en consideración estos aspectos claves para la definición de sistemas de innovación regional, se podría decir que la innovación es el resultado de la interacción sistémica de varias organizaciones y procedimientos, y de procesos políticos, económicos y sociales interconectados entre sí, sin dejar de lado los sistemas de innovación nacional existiendo una interdependencia y apoyo mutuo entre estas (Fromhold-Eisebith, 2007). También se puede esperar que las especificidades del sector desempeñen un papel en los patrones de interacción en los diferentes niveles (Malerba, 2002).

La necesidad de enfatizar especialmente el nivel regional de los sistemas de innovación surge a partir de la comprensión de la importancia de los activos tangibles e intangibles disponibles para la generación de procesos de innovación y de los procesos que requieren de proximidad espacial entre actores (Fromhold-Eisebith, 2007). La interacción entre los diferentes actores regionales aparece como la base para la evolución de los sistemas y el desarrollo económico regional. Las competencias específicas de los actores y el proceso de aprendizaje dado entre ellos, puede servir de instrumento para obtener ventajas competitivas regionales basados en las capacidades localizadas, así como las habilidades específicas (Doloreux & Parto, 2005).

Porter (1998), argumenta que las ventajas competitivas en una economía global se encuentran fuertemente ligadas con el nivel local, a partir de la concentración mayor de habilidades especializadas y de conocimiento. De aquí que las investigaciones en los sistemas de innovación regional se soporten principalmente en este argumento y muestran que las actividades de innovación entre actores se basan en el amplio grado de fuentes localizadas como mercados especializados, procesos de aprendizaje local, tradiciones locales de cooperación y emprendimientos (Doloreux & Parto, 2005).

De manera particular, los sistemas de innovación agrícolas (AIS), han sido considerados por investigadores y agentes tomadores de decisiones como una herramienta prometedora para entender y soportar procesos subyacentes a la innovación, el intercambio de conocimiento y la transformación de los sectores agrícolas y de alimentos. El enfoque en AIS reconoce a la innovación como una salida de un proceso interactivo y co-evolutivo, en donde una red amplia de actores está comprometida con los procesos y dirección de la innovación, influenciados por el ambiente institucional y político (Lamprinopoulou, Renwick, Klerkx, Hermans, & Roep, 2014).

En Europa, los sistemas de innovación se basan en el conocimiento y la innovación, funcionando a través de redes de aprendizaje. En el sector agropecuario, este sistema se conoce como Sistema de conocimiento e innovación Agrícola (AKIS por sus siglas en inglés) definido como el “conjunto de organizaciones agrarias y/o personas, los cuales participan en la generación, transformación, transmisión, almacenamiento, recuperación, integración, difusión y utilización del conocimiento y la información, con el propósito de trabajar en sinergia para apoyar la toma de decisiones, resolución de problemas y la innovación en la agricultura” (EU SCAR, 2012 p. 25).

Esta definición se ha introducido como herramienta para la difusión del conocimiento en las regiones y en los sectores agrícolas, lo cual sugiere una mayor interacción compleja entre las partes interesadas del triángulo de conocimiento (investigación, educación, extensión) y

potenciales adoptantes de la innovación en la agricultura (Gava, Favilli, Bartolini, & Brunori, 2017). Estos sistemas complejos de innovación incluyen la participación, experimentación, entrenamiento y actividades de aprendizaje interactivo entre adoptantes, mientras se benefician de la información suministrada por las instituciones informales y de e-science. La e-science ha recibido especial atención por las instituciones, siendo posible el acceso, intercambio y co-creación de conocimiento (Gava, Favilli, Bartolini, & Brunori, 2017).

La base de conocimientos utilizados en los sistemas de innovación agrícola está conformada por información y conocimientos técnicos específicos, que pueden llegar a influir en las percepciones y toma de decisiones de los posibles adoptantes respecto al éxito y la sostenibilidad de la innovación (Padel, 2001). Inicialmente, los adoptantes potenciales deben ser conscientes de los beneficios y desventajas de la innovación que van a adoptar y saber cómo utilizarla. Es aquí en donde las partes involucradas dentro de los AKIS pueden ayudar a los posibles adoptantes de la innovación a construir su base de conocimientos, al involucrarlos en una red de relaciones que les brinda acceso a diferentes fuentes de información y conocimientos. La capacidad de construir estas redes o conectarse a redes existentes se reconoce como una de las condiciones fundamentales para la innovación. Sin embargo, existen fallas en el sistema de conocimiento e innovación Agrícola (AKIS), como la falta de dinámica entre los actores participantes o la transferencia ineficaz de conocimientos, pudiendo dificultar la capacidad de los productores para construir su base de conocimientos (Gava, Favilli, Bartolini, & Brunori, 2017).

A manera de comparación la Tabla 1 evidencia las principales fortalezas y limitantes de los sistemas de innovación agrícola AIS y los sistemas de conocimiento e innovación agrícola AKIS.

Tabla 1. Fortalezas y Limitantes de los sistemas de innovación agrícola – AIS y sistemas de conocimiento e innovación agrícola AKIS.

	Fortalezas	Limitantes
Sistemas de innovación Agrícola – AIS	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativa holística de fortalecimiento de las capacidades para crear, difundir y hacer uso del conocimiento. - Considera las variables endógenas (actitudes y prácticas) para la generación de capacidades en la organización, de acuerdo al conocimiento, aprendizaje, innovación y patrones de relacionamiento e interacción existentes. - Enlaza fuertemente el concepto de innovación y la necesidad de inversión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque netamente en el sector agrícola. - Menor énfasis en la educación como eje principal. - Baja disponibilidad de estadísticas fiables del sector para la toma de decisiones.
sistemas de conocimiento e innovación - AKIS	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen las múltiples fuentes de conocimiento que contribuyen en la innovación. - Se enfocan en el desarrollo de canales de comunicación para la generación y uso del conocimiento. - Considera la innovación como un proceso de social de aprendizaje. - Enfoque principal hacia la educación para la generación de capacidades locales de innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitada atención al rol del mercadeo dentro de la cadena de valor de los productos agrícolas. - Desconoce el rol del sector privado, las políticas ambientales y demás sectores relacionados con los AKIS. - Enfoque principal hacia la extensión y transferencia de tecnología, considerando un canal directo entre la investigación y los agricultores.

Fuente: Hall, 2007; Spielman, 2005; World Bank, 2006

2.1. Los sistemas de innovación agrícola - AIS

Los sistemas de innovación Agrícola - AIS se han definido como una red de organizaciones, empresa e individuos enfocados en desarrollar nuevos productos, procesos y nuevas formas de organización con uso económico, junto con las instituciones y políticas que afectan la manera en que diferentes agentes interactúan, comparten, acceden, intercambian y usan conocimiento (Wieczorek & Hekkert, 2012). Esta visión de red permite que el funcionamiento del sistema y el dinamismo de los procesos de innovación se centren en la generación y uso del conocimiento (Klerks, Van Mierlo, & Cees, 2012).

Los AIS en general se enfocan en entender la gobernanza de la interacción entre los actores del sistema en la innovación, el soporte de las políticas de innovación sobre la estructura y funcionamiento del sistema, así como la aplicación de investigación, desarrollo tecnológico y extensión aplicado a nivel de país, sector o de una tecnología particular (Pigford, Hickey, & Klerkx, 2018).

Entendida la innovación como un proceso de cambio tecnológico y no tecnológico, comprendiendo la visión del futuro y los cambios que ello conlleva (Klerks et al., 2012; Schut et al., 2015), el propósito de los AIS es considerarla como un proceso co-evolutivo incluyendo cambios tecnológicos, sociales, económicos e institucionales. Estos cambios ocurren en los diferentes niveles, y son compartidos por la interacción entre actores y organizaciones dentro y fuera del sector agrícola (Schut et al., 2015). Los AIS no solo adoptan nuevas tecnologías, también requieren de un balance entre nuevas prácticas, técnicas y nuevas alternativas de organización (Klerks, Van Mierlo, & Cees, 2012).

A partir de esta visión de los AIS como un sistema complejo adaptativo que co-evolucionan en el tiempo, deben considerarse algunos elementos centrales para que su estructura y funcionamiento permita su correcto desempeño; (1) articulación entre actores alineados con sus expectativas y visiones, (2) construcción de redes de interacción y gestión del conocimiento y (3) aprendizaje multidisciplinario a diferentes escalas (técnico, cultural, social, ambiental, de mercado, industria, político y de gobierno (Klerks, Van Mierlo, & Cees, 2012).

La correcta gestión de un sistema de innovación agrícola permite generar dinámicas de aprendizaje colaborativo entre empresas y organizaciones, fortalecer capacidades individuales y colectivas para innovar, alinear demanda y oferta tecnológica con base en necesidades, establecer interacciones complejas entre actores, conformación de redes de conocimiento y gestión descentralizada de los procesos de innovación (Klerks, Van Mierlo, & Cees, 2012).

La estructura de estos AIS está determinada por lo llamado “funciones del sistema de innovación” lo cual puede realizarse de manera colectiva bajo el enfoque de co-innovación a través de la interacción entre actores. Esta co-innovación, está influenciada por cómo el AIS está estructuralmente conformado en términos de presencia de actores, sus interacciones, las instituciones que influyen su comportamiento, la presencia y soporte físico, financiero e infraestructura de conocimiento e iniciativas de los actores dentro de los AIS como soporte de la co-innovación (Wieczorek & Hekkert, 2012). La co-innovación se plantea como una alternativa para implementar procesos de innovación lo cual permite que todos los actores claves relevantes del sector (incluyendo todos los eslabones de cadena) desarrollen conocimiento, combinen tecnologías y generen cambios institucionales a través del desarrollo de nuevos métodos y modelos de negocio para luego ser adoptados en el sector (Klerkx, Aarts, & Leeuwis, 2010).

Se han identificado siete funciones y actividades de los sistemas de innovación agrícolas - AIS, las cuales se relacionan con (Minh, 2019; Turner, Klerkx, Rijswijk, Williams, &

Barnard, 2016); (1) *actividades emprendedoras*, como potencial para el desarrollo de nuevo conocimiento, trabajo en red y apertura de mercados en relación con los sistemas de innovación agrícola, (2) *desarrollo de conocimiento*, relacionado con las actividades de investigación, desarrollo tecnológico o aquellas realizadas de manera informal por los productores que pueden generar nuevo conocimiento como fuente de variación en el sistema, (3) *difusión de conocimiento* en redes como estrategia para el desarrollo y adopción del conocimiento y la innovación, sirviendo como herramienta soporte para el desarrollo de políticas, toma de decisiones e intercambio de información, (4) *orientación de la búsqueda*; o creación de “agendas de innovación” relacionada con la creación de una visión para el sistema de innovación, así como orientar actividades emprendedoras y de generación de conocimiento. Estas agendas de innovación buscan priorizar los procesos que dentro de los AIS requieren intervención e identificar fuentes de recursos para la financiación de proyectos, (5) *formación de mercados*, se refiere a la generación de nuevos mercados a través de un producto nuevo o una estrategia para su promoción, (6) *fuentes de movilización*, se refiere a los aspectos financieros, materiales y de capital humano necesarios para emprender las actividades de los AIS, tales como recursos para investigación, desarrollo tecnológico e innovación y (7) *creación de legitimidad y superación de la resistencia al cambio*.

Adicional a la identificación de estas funciones o actividades que cumplen los AIS, dependen de componentes estructurales para lograr su objetivo, entre los cuales se han identificado cuatro (Minh, 2019; Turner et al., 2016); (1) *actores*, tales como individuos y organizaciones. Estos actores se caracterizan por el rol que cumplen en el proceso de innovación, ya sean de tipo público o privado, tales como gobierno, sociedad civil, ONG, centros de investigación, participantes de la cadena de valor, entre otros. De aquí que el funcionamiento del AIS dependa de las múltiples interacciones entre actores, (2) *instituciones*, consideradas como todos aquellos hábitos o rutinas realizadas por las organizaciones representadas en reglas, normas y estrategias. Las instituciones podrían direccionar la generación y adopción de conocimiento, así como la propiedad intelectual que ello conlleva, (3) *interacciones*, como todas aquellas interacciones entre actores establecidas de manera estratégica, ya sea de forma individual o a través de redes de actores e (4) *infraestructura*, física (tecnología, construcciones, telecomunicaciones, redes), de conocimiento (investigación, extensión) y financiera (subsidios, programas de financiación, garantías).

Además de las dimensiones estructurales nombradas anteriormente, la tecnología se puede considerar como una dimensión estructural teniendo en cuenta todos aquellos cambios tecnológicos y no tecnológicos que pueden resultar de la interacción entre actores dentro de los AIS a nivel regional. Factores tecnológicos pueden ser nuevas prácticas en campo, tendencias de organización de la producción, negocio o mercado, nueva estructura social o marcos legales e instrumentos políticos (Turner et al., 2017).

Sin embargo, a pesar de haber claridad en cuanto a las funciones y estructura de los AIS, se han identificado algunos problemas en relación con su funcionamiento: (1) presenta múltiples dimensiones (social, económica, política, geográfica, tecnológicas) integradas entre diferentes niveles presentando interacciones débiles entre actores y partes interesadas (Schut et al., 2015); (2) estructura dispareja de las empresas a nivel industrial observando que no hay integración horizontal o vertical en algunas industrias, dificultando la movilización de los recursos causando pobres interacciones entre el sector empresarial-industrial y la investigación; (3) falta de liderazgo estratégico para el desarrollo integral de agendas de innovación articuladas entre instituciones y (4) problemas de infraestructura asociados con la fragmentación de fuentes de financiación para la movilización de recursos para poder

incrementar el número de agendas de innovación (Turner et al., 2016).

Wieczorek & Hekkert, (2012) conceptualizaron los problemas sistémicos como la razón de la debilidad o ausencia de las funciones de los sistemas de innovación, surgiendo a partir de limitantes en los componentes estructurales de los sistemas de innovación agrícola - AIS, en relación con la presencia o capacidades de los actores, presencia o calidad del grupo de instituciones, de sus interacciones y de la infraestructura disponible; influenciando negativamente la dirección y el desempeño del sistema (Turner et al., 2016) dificultando el establecimiento de procesos de co- innovación dentro de este.

3. Discusión y Análisis

Tomando como base el estudio realizado por Doloreux & Porto Gomez, (2017), el cual hace una revisión de las investigaciones desarrolladas en los últimos 20 años sobre sistemas de innovación regional, se puede observar los principales enfoques, métodos utilizados y alcance de los trabajos en el periodo 1998 y 2015. Entre los principales hallazgos se encontró que en la mayoría de los trabajos de sistemas de innovación regional reconocen las diferencias que existen entre organizaciones, la diversidad de interacciones y la capacidad de aprendizaje interactivo dentro y entre las organizaciones, enfocándose la mayoría en áreas metropolitanas y en países desarrollados, dejando de lado aquellos en donde no hay evidencias de ventajas competitivas o economías de aglomeración.

Una brecha encontrada en esas investigaciones se relaciona con la definición de la dimensión evolutiva de los sistemas de innovación regional y los factores que pueden influenciar e impactar la transformación de dichos sistemas. La mayoría de la literatura adopta modelos estáticos y comparativos para explicar los elementos y condiciones que desencadenan los procesos de generación de conocimiento y capacidades de innovación en una región. Doloreux & Porto Gomez, (2017), consideran que la investigación en sistemas de innovación regional debería adoptar enfoques más dinámicos considerando los sistemas como evolutivos y complejos, en donde pueden emerger nuevos actores o cambiar sus roles tradicionales afectando la producción, comercialización y los modelos de negocio en una región dada. En particular, una dimensión clave que merece atención es la medida en que las estructuras más amplias en un SIR dado que las organizaciones, redes y conocimiento influyen e impactan en el propio SIR, pero también en su desarrollo futuro.

Por su parte Castellacci & Natera, (2013) analizaron las dinámicas de coevolución de los sistemas de innovación en un panel de 87 países el periodo de 1980 – 2007 desde dos dimensiones; la capacidad de innovación y la capacidad de absorción, identificando que por un lado, la dinámica de la primera sostiene el crecimiento de la segunda, porque los esfuerzos e inversiones innovadores tienden a aumentar las capacidades de imitación de los países, así como el conjunto de recursos que se pueden reinvertir en actividades tecnológicas en el futuro. Por otro lado, la evolución de la capacidad de absorción de un país puede, a su vez, sostener la dinámica de la innovación al aumentar la productividad del sector de I + D y el compromiso de la política del país con las actividades tecnológicas.

Si bien la coevolución de la capacidad innovadora y la capacidad de absorción son patrones generales que caracterizan a todo el grupo de países evaluados por Castellacci & Natera, (2013), la trayectoria específica seguida por los distintos sistemas nacionales de innovación y el conjunto específico de factores clave que impulsan la dinámica del sistema difieren entre sí, sin embargo; la I+D es el factor central de la capacidad innovadora para las

economías avanzadas; las infraestructuras y el comercio internacional son las variables clave de capacidad de absorción para la mayoría de los países de ingresos medios; mientras que las economías menos desarrolladas se caracterizan en general por interacciones más débiles entre la capacidad innovadora y la capacidad de absorción.

Por otra parte, las investigaciones sobre sistemas de innovación regional podrían considerarse una herramienta clave para la formulación de políticas con base en los conocimientos y en las interacciones entre los diferentes actores regionales, sumado con un enfoque sectorial ya que provee un análisis descriptivo de los diferentes sectores de un país o una región para entender su trabajo, dinámica y transformación para la identificación de factores que afectan el desempeño y la competitividad de empresas y países (Franco, 2002). Adicional, los organismos internacionales han tomado como punto de partida algunos lineamientos de las teorías de los sistemas de innovación para el diseño de políticas internacionales (Fromhold-Eisebith, 2007). Sin embargo, la información disponible es limitada en estos casos, ya que la mayoría muestran que no existe una política única que pueda ser aplicada a una región, debido a sus características, contexto y dinámica difiriendo entre sí, impidiendo que las políticas estándar se adapten fácilmente a un nivel de región (Doloreux & Porto Gomez, 2017).

Sumado a esta situación, las interacciones entre los actores de los sistemas de innovación regional no ha sido lo suficientemente estudiada, teniendo como resultado una validación incompleta de estos para la definición de políticas de innovación acordes a las dinámicas regionales (Doloreux & Parto, 2005).

La complejidad de la dinámica y mecanismos evolutivos de los sistemas de innovación regional, llaman la atención para el desarrollo de futuras investigaciones enfocadas hacia la definición de patrones comunes en el desarrollo de diferentes sistemas y en el entendimiento de los procesos de transformación de las entradas de I+D y la obtención de políticas de innovación pertinentes en las regiones (Hajek, Henriques, & Hajkova, 2014).

El concepto de sistemas de innovación ha sido usado predominantemente para explicar los patrones del desempeño económico en los países desarrollados y ha recibido menos atención como herramienta operacional. Este enfoque ha sido aplicado principalmente en países desarrollados, sin embargo, ofrece oportunidades para entender como los actores del sistema agrícola pueden hacer mejor uso del nuevo conocimiento y diseñar alternativas y estrategias más allá de simples sistemas de investigación. Sin embargo, se requiere mayor énfasis en como la innovación incide en mercados, producción, comercio, dinámicas de consumo, generación, difusión y aplicación del conocimiento, la información y la tecnología, con un enfoque cambiante, evolutivo y globalizados (World Bank, 2006).

A partir del análisis de estudios de caso se han podido identificar las principales limitantes en cuanto a las capacidades de innovación del sistema agrícola, encontrando ausencia de alianzas para crear y dinamizar la innovación, relevante influencia de aspectos endógenos propios del sector, falta de interacción y articulación entre actores, limitado acceso a nuevo conocimiento, bajo nivel de articulación entre la demanda y los resultados de investigación y debilidad para el desarrollo de capacidades de aprendizaje interactivo a nivel del sector, organización y sistema (World Bank, 2006).

De manera particular Turner et al., (2016), identificó que el análisis de los problemas sistémicos en los sistemas de innovación agrícola – AIS, puede ser una alternativa de investigación y desarrollo para identificar los vacíos del sistema para intervenir u optimizar se funcionamiento. El uso de instrumentos sistémicos como soporte en el análisis del funcionamiento de los AIS puede proporcionar el direccionamiento de los procesos y proyectos

de innovación impulsados por la demanda, a través de la articulación y coordinación entre las diferentes dimensiones y niveles del sistema.

El énfasis de los proyectos de investigación en relación con los sistemas de innovación agrícola – AIS, deben incursionar a establecer enlaces y flujos de información entre los diferentes actores públicos y privados para mejorar la cooperación, adecuar mercados y generar un ambiente político favorable (Klerks et al., 2012).

El mapeo de las funciones entre los actores de los AIS a partir de la comprensión de las redes de interacción, podría ser una herramienta para definir políticas informales que refuerzan y aceleren el desarrollo de procesos de innovación en el sistema (Klerks et al., 2012; Schut et al., 2015). El enfoque en redes como alternativa para la resolución de problemas en el funcionamiento de los AIS podrían generar una respuesta a la necesidad de mejorar el relacionamiento e interacción entre los diferentes niveles, actores y sectores a través de alianzas estratégicas en búsqueda de generar cambios sustentables en el sistema (Pigford et al., 2018).

A partir de los puntos de vista planteados por los autores se puede observar que, a nivel de investigación en los sistemas de innovación regional y los sistemas de innovación agrícola, el planteamiento de proyectos que indaguen más a fondo a los sistemas como dinámicos y co-evolutivos podrían proporcionar las herramientas necesarias para el cierre de brechas y mejora en los procesos de innovación.

4. Conclusiones

- Los sistemas de innovación regionales como estrategia pueden promover el relacionamiento y fomentar la competitividad a nivel regional, a través de la adopción de procesos de innovación, adicional, este enfoque en sistemas de innovación ha sido usado en investigación, ya que permite entender, describir y explicar la influencia de la innovación en los procesos productivos.
- El enfoque en los sistemas de innovación regionales está conectado con el concepto general de los sistemas de innovación, los cuales se fundamentan en teorías de economía evolutiva e institucional. Este enfoque permite concebir a los sistemas de innovación como dinámicos y emergentes a partir de los procesos de aprendizaje interactivo generados entre las empresas y demás organizaciones.
- El estudio de los sistemas de innovación regional debe considerar tres aspectos importantes, el aprendizaje interactivo, como el proceso por el cual el conocimiento es combinado y hecho un activo colectivo de diferentes actores dentro del sistema productivo, el entorno; definido como complejo territorializado abierto, el cual envuelve reglas, valores, recursos humanos y materiales y por último la integración; el cual incluye todo los procesos económicos y de conocimiento creados y reproducidos dentro y fuera del entorno.
- La perspectiva del sistema de innovación agrícola – AIS permite tener una visión comprensiva de las interacciones entre los actores y los factores que determinan y caracterizan los procesos de innovación. Considerar a los AIS como un proceso sistémico co-evolutivo permite reconocer todos aquellos cambios sociales, económicos y políticos que inciden en su funcionamiento y seguir el comportamiento de los actores que interactúan y dinamizan el sistema.
- Los sistemas de innovación agrícola requieren para su funcionamiento el conocimiento obtenido a partir de diferentes fuentes, en especial el de los usuarios o

beneficiarios de este proceso, este conocimiento es producido a partir de la interacción entre los diferentes actores o agentes del sistema con el fin de compartir, combinar y producir ideas, las cuales se generan a partir de interacciones en contextos específicos, los cuales estarán determinados por aspectos propios del ambiente, tales como cultura, política, e historia.

5. Referencias

- Castellacci, F., & Natera, J. M. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579–594. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.10.006>
- Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945–974. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.945>
- Cooke, Philip, & Schienstock, G. (2000). Cooke Schuenstock; 2000 Cooke P, Schienstock G (2000) Structural competitiveness and learning regions. *Enterprise Innovation Management Study*, 3, 265–280.
- Doloreux, D., & Parto, S. (2005). Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. *Technology in Society*, 27(2), 133–153. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.01.002>
- Doloreux, D., & Porto Gomez, I. (2017). A review of (almost) 20 years of regional innovation systems research. *European Planning Studies*, 25(3), 371–387. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1244516>
- EU SCAR. (2012). *Agricultural Knowledge and Innovation Systems in Transition – a reflection paper*. European Commission. <https://doi.org/10.2777/34991>
- Franco, M. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), 247–264. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)
- Fromhold-Eisebith, M. (2007). Bridging scales in innovation policies: How to link regional, national and international innovation systems. *European Planning Studies*, 15(2), 217–233. <https://doi.org/10.1080/09654310601078754>
- Gava, O., Favilli, E., Bartolini, F., & Brunori, G. (2017). Knowledge networks and their role in shaping the relations within the Agricultural Knowledge and Innovation System in the agroenergy sector. The case of biogas in Tuscany (Italy). *Journal of Rural Studies*, 56, 100–113. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.09.009>
- Hall, A. (2007). Challenges to Strengthening Agricultural Innovation Systems: Where Do We Go From Here? *UNU-MERIT Working Paper*, 38(31), 1–12. Retrieved from <http://www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2007/wp2007-038.pdf>
- Howells, J. (2005). Innovation and regional economic development: A matter of perspective? *Research Policy*, 34(8), 1220–1234. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.014>
- Klerks, L., Van Mierlo, B., & Cees, L. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457–483). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2>
- Klerkx, L., Aarts, N., & Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103, 390–400.
- Lamprinopoulou, C., Renwick, A., Klerkx, L., Hermans, F., & Roep, D. (2014). Application of an integrated systemic framework for analysing agricultural innovation systems and informing innovation policies: Comparing the Dutch and Scottish agrifood sectors. *Agricultural Systems*, 129, 40–54. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.001>
- Llisterri, J. J., Pietrobelli, C., & Larsson, M. (2011). *Los Sistemas Regionales de Innovación en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. New York. Retrieved from <http://dide.minedu.gob.pe/xmlui/handle/123456789/1485>
- Minh, T. T. (2019). Unpacking the systemic problems and blocking mechanisms of a regional agricultural innovation system: An integrated regional-functional-structural analysis. *Agricultural Systems*, 173(February 2018), 268–280. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.009>
- Padilla, R. (2013). *Sistemas de innovación en Centroamérica Fortalecimiento a través de la integración regional*. *Sistemas de innovación en Centroamérica Fortalecimiento a través de la*.
- Pigford, A. A. E., Hickey, G. M., & Klerkx, L. (2018). Beyond agricultural innovation systems? Exploring an

- agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, 164(February), 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.04.007>
- Schut, M., Klerkx, L., Rodenburg, J., Kayeke, J., Hinnou, L. C., Raboanarielina, C. M., ... Bastiaans, L. (2015). RAAIS: Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (Part I). A diagnostic tool for integrated analysis of complex problems and innovation capacity. *Agricultural Systems*, 132, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.08.009>
- Spielman, D. (2005). Innovation systems perspectives on developing-country agriculture: A critical review. *IFPRI*, (September).
- Turner, J. A., Klerkx, L., Rijswijk, K., Williams, T., & Barnard, T. (2016). Systemic problems affecting co-innovation in the New Zealand Agricultural Innovation System: Identification of blocking mechanisms and underlying institutional logics. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 76, 99–112. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2015.12.001>
- Turner, J. A., Klerkx, L., White, T., Nelson, T., Everett-Hincks, J., Mackay, A., & Botha, N. (2017). Unpacking systemic innovation capacity as strategic ambidexterity: How projects dynamically configure capabilities for agricultural innovation. *Land Use Policy*, 68(July), 503–523. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.054>
- Wieczorek, A. J., & Hekkert, M. P. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74–87. <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>
- World Bank. (2006). *Enhancing Agricultural Innovation: How to go beyond the strengthening of research systems*. *Agriculture and Rural Development*. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6741-4>

Sistemas regionales de innovación: una mirada al desarrollo del sector turismo en la Guajira

Lisseth Paola Castañeda Vega
Universidad de La Guajira, Departamento La Guajira, Colombia
lcastanedav@uniguajira.edu.co

Yoleida Vega Mendoza
Universidad de La Guajira, Departamento La Guajira, Colombia
yvega@uniguajira.edu.co

Resumen

Los avances de la ciencia, la tecnología y la innovación, han generado iniciativas de desarrollo en las regiones, es por ello que el objetivo de la investigación tuvo como finalidad caracterizar el sistema regional de innovación del sector turismo del departamento de La Guajira, para conocer la interacción de los diferentes agentes de dicho sector. Sustentada en los planteamientos de (Marshall, 1919) (Perroux, 1995) (Porter, 1990) (Koschatzky, 2000) (OCDE, 2018) (Colciencias, 2018) para los sistemas regionales de innovación. En la metodología, el alcance del estudio es exploratorio y descriptivo con enfoque de un diseño no experimental. Se realizó un estudio cualitativo, implementando herramientas como la revisión de literatura especializada y se estructuró como instrumento de recolección de información una encuesta, la cual consta de un cuestionario tipo escala de Likert, validado en su contenido por cinco (5) expertos en el área. El procesamiento y análisis de los datos empleó estadística descriptiva; donde los hallazgos encontrados muestran que el sistema regional es un factor fundamental de los sistemas nacionales donde el sistema del sector turismo de La Guajira presenta poca articulación e interacción entre los diferentes agentes del sistema.

Palabras clave

Sistema de Innovación, Turismo, Desarrollo sostenible

1. Introducción

En la presente investigación, se van a analizar temas muy importantes como: Sistemas de innovación nacional y regional en el desarrollo sostenible del sector turismo del departamento de La Guajira permitiendo medir la interacción de los diferentes agentes de este.

En la actualidad un sistema de innovación está constituido por una red de instituciones, de los sectores públicos y privados, cuyas actividades establecen, importan, modifican y divulgan nuevas tecnologías. Se trata, entonces, de un conjunto de agentes, instituciones y prácticas interrelacionadas, que constituyen, ejecutan y participan en procesos de innovación tecnológica. (OCDE, 2018)

El departamento de La Guajira se visiona como un contexto en el cual la industria turística puede desarrollar su máximo potencial, pues, aunque en la actualidad el departamento presenta crisis económica en la mayoría de sus sectores, el sector turístico se presenta como el único con tendencia al crecimiento y posicionamiento regional, nacional e internacional (Pérez, 2015).

Este artículo queda estructurado de la siguiente manera: parte II presenta el diseño metodológico. Parte III el desarrollo de la investigación, donde se presentan los fundamentos teóricos, concepciones y enfoques con el respectivo análisis y aporte del investigador; parte IV se muestra la presentación de resultados. Por último, las conclusiones a las que llega en la investigación.

2. Metodología

Esta investigación es de tipo descriptivo, debido a que se caracterizan los sistemas nacionales y regionales de innovación, teniendo en cuenta los indicadores utilizados en SRI con relación a la innovación en el sector turismo de la Guajira. En este sentido la modalidad empleada para la recolección de la información fue de campo, dado que los datos necesarios para la elaboración de esta fueron obtenidos directamente en los agentes del sector turismo.

El diseño para utilizar es el no experimental, por cuanto no se manipulan deliberadamente la variable de estudio, que son las características de los SRI del departamento de La Guajira, porque ya han sucedido en su contexto natural, sin ejercer ningún tipo de presión sobre ellas.

La población estuvo conformada por (165) agentes del Departamento de La Guajira. De acuerdo a Méndez (2009), el uso del muestreo es aconsejable cuando la población es infinita o cuando se tienen poblaciones finitas de gran tamaño. La población está constituida por (165) Empresas del sector turismo, lo que se considera un número muy pequeño; por lo que se utiliza como muestra el número total de la población. Se considera como población objetivo a subdirectores o vicerrectores de investigación, académicos y directores de planeación de las Universidades públicas y privadas del departamento de la Guajira.

3. Desarrollo

3.1. Sistemas de Innovación

El desarrollo de las nuevas tecnologías ha conllevado a las empresas a necesidad de apropiarse de la "**innovación**" para modificar la presentación de sus productos o mejorar la calidad de los servicios ofrecidos; de acuerdo con esto (Schumpeter, 1939) ha introducido en el plano económico- empresarial, la innovación para referirse a los siguientes aspectos: 1) la introducción de un nuevo bien en el mercado, con el cual los consumidores no estén familiarizados; 2) la implementación de un nuevo método de producción o comercialización de productos, que se fundamente en un descubrimiento científico; 3) la apertura de nuevos mercados; 4) el descubrimiento de una nueva fuente de suministro de materias primas, sin tener en cuenta las existentes, y 5) la creación de una nueva estructura de mercado.

En este sentido, el (Manual de Oslo, 2005) define la innovación como la introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización, o de un nuevo método organizativo en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o de las relaciones exteriores.

3.2. Sistema Nacional de Innovación (SNI)

Es un sistema abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de CT&I, independientemente de la institución pública o privada o de la

persona que los desarrolle; en donde Colciencias ejerce la Secretaría Técnica y Administrativa del Sistema y es la entidad rectora del sistema (COLCIENCIAS, 2018).

En este orden de ideas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2018) o la Unión Europea, planteo una alternativa para entender las relaciones entre los agentes económicos y los procesos de desarrollo resultantes de esas relaciones. Es así como el concepto de sistema de innovación surge como la base conceptual que sustenta tanto el análisis de los procesos de innovación como los fenómenos asociados, que permiten formular una nueva modalidad de la política de desarrollo económico, considerando los anteriores fenómenos como el núcleo de ese desarrollo. Así mismo, en lo que respecta al ámbito económico de estudio, es posible caracterizar a los SRI como sectoriales o tecnológicos.

De acuerdo con lo anterior, un sistema de innovación está constituido por una red de instituciones, de los sectores públicos y privados, cuyas actividades establecen, importan, modifican y divulgan nuevas tecnologías. Por lo que se trata entonces, de un conjunto de agentes, instituciones y prácticas interrelacionadas, que constituyen, ejecutan y participan en procesos de innovación tecnológica. (OCDE, 2018).

3.2.1. Tipos de sistemas de innovación

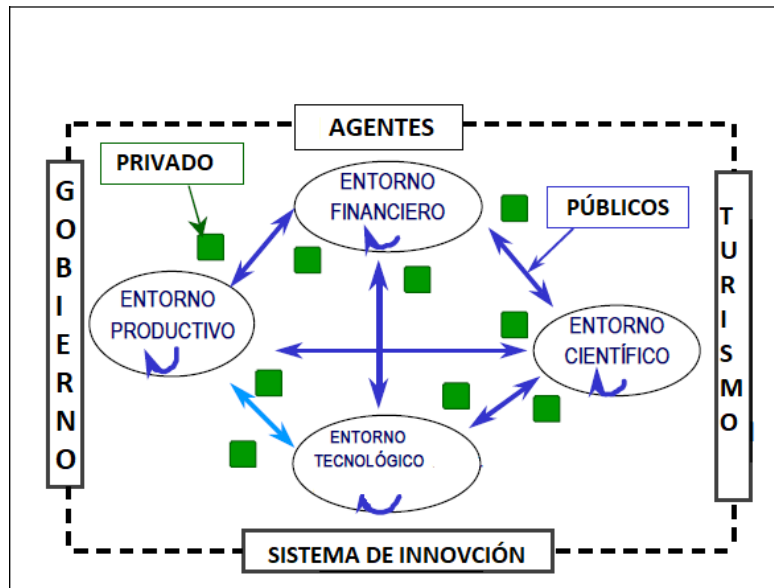
Desde esta perspectiva, teniendo en cuenta la necesidad de profundizar en el conocimiento de los SIN y poder avanzar en los procesos de innovación se considera la agrupación de los elementos heterogéneos, de acuerdo con su función principal dentro del Sistema, los agrupa en cuatro amplios conjuntos que son denominados "subsistemas o entornos" (productivo, tecnológico, científico y financiero), en el cual interactúan entre sí, con el mercado y las administraciones a lo largo del proceso de innovación, sin que pueda determinarse el elemento o entorno en el cual se inicia cada innovación. (Fernández de Lucio, y otros, 1996)

En este sentido el modelo propone, los elementos del SIN, los cuales se agrupan, en subsistemas o entornos: El entorno productivo, que comprende a empresas productoras de bienes y de servicios, cuya función es ofrecer al mercado productos y servicios innovadores.

El entorno científico, constituido por los grupos de investigación de las Universidades y Organismos Públicos o Privados de Investigación, cuya función principal es generar conocimiento científico y técnico.

El entorno tecnológico, agrupa a las empresas de bienes de equipo y de servicios avanzados para empresas, las de ingeniería y consultoría tecnológica, las de ensayos y de normalización y homologación, a partir de los conocimientos disponible y generados en procesos de I+D. El entorno financiero, que incluye tanto a entidades financieras privadas (bancos, empresas de capital riesgo y capital semilla, etc.), las cuales ofrecen sus recursos financieros para la puesta en marcha y desarrollo de proyectos innovadores, como a las Administraciones que conceden subvenciones y créditos para fomentar las actividades innovadoras en el Sistema.

Figura 1 : Interacción de los agentes del sistema de Innovación



Fuente: Elaboración propia 2019-Adaptado de (Fernández de Lucio, y otros, 1996)

3.3. Sistema Regional de Innovación (SRI)

Teniendo en cuenta, el impulso que han tenido las regiones con relación al desarrollo de la CTel, hoy por hoy ha sido objeto de análisis dado que tanto la economía como otros sectores de desarrollo, a través del SRI han logrado la interacción con los demás agentes del sistema.

En este orden de ideas, se considera que el énfasis de la dinámica y funcionamiento de los SRI está en el proceso de aprendizaje (Lundvall B., National Systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, 1992). Por lo tanto, este proceso es el responsable de la creación de conocimiento, a partir de la transferencia de tecnología del exterior que facilita la difusión de las innovaciones (Lundvall B., La base del conocimiento y su producción, 1999); donde el aprendizaje permite que estos procesos ocurran a un costo menor, debido a la proximidad de los agentes (Cooke, Heidenreich, & Braczyk, 2004), a la vez la posibilidad de combinar el aprendizaje derivado del uso del conocimiento explícito o basado en la ciencia y del conocimiento tácito basado en la experiencia (Lundvall B. A., 2007). Así mismo, los SRI, están compuestos por tres esferas: un tejido empresarial, una infraestructura institucional y las interacciones que ocurren a los niveles macro, meso y micro, son instituciones las leyes, políticas y planes de innovación, los convenios, acuerdos y contratos de transferencia de tecnología. (Gómez & Olazarán, 2001)

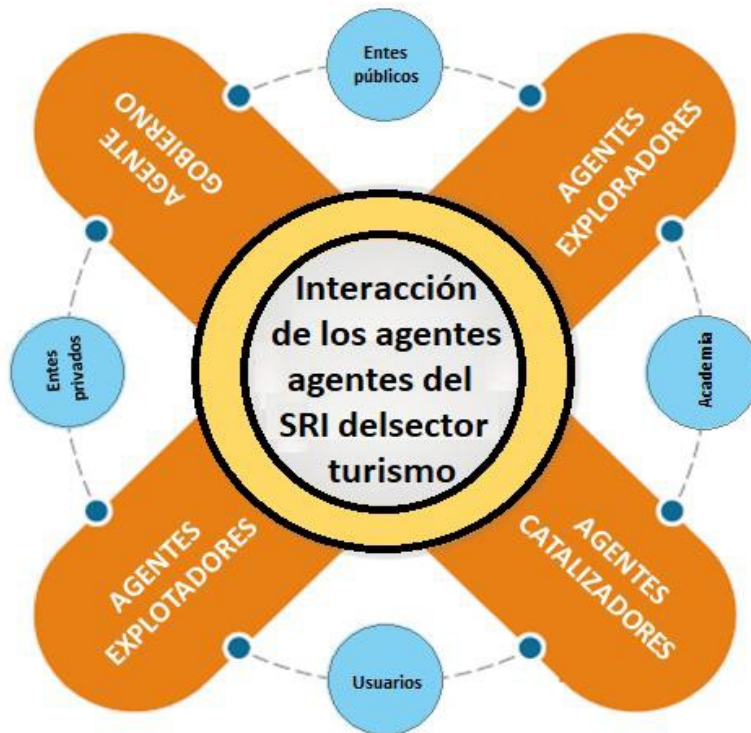
3.4. Agentes de un Sistema Regional de Innovación

El sistema regional de innovación define el conjunto de organizaciones que interactúan dentro de un marco que soporta la generación, explotación y uso del conocimiento a nivel regional (Schrepf, Kaplan, & Schroeder, 2013). Los actores del sistema, denominados agentes o instituciones, se agrupan en exploradores, explotadores, catalizadores y gobierno regional, (Quintero, 2016) definió las competencias de los cuatro actores de un SRI:

- Exploradores: se desempeña como una colección de acciones y actividades interdependientes que responden a las señales desde el interior y el exterior de la organización determinando la información que se busca y que está dispersa.
- Explotadores: Define las relaciones entre las acciones de las organizaciones y examina dichas acciones, permitiéndole asignar significado y generar conocimiento útil para la organización.
- Gobierno: Proporciona la base por la cual otros subsistemas inspiran su control. Este mantiene los mecanismos, que crean los criterios para el juicio, la selección, el enfoque y el control del aprendizaje organizacional del sistema.
- Catalizadores: difusión de la transferencia de información y el conocimiento entre los otros subsistemas del sistema de aprendizaje organizacional (enfoque interno).

En este orden de ideas al contrastar dicha información con el sistema que integra el sector turismo del departamento de La Guajira las instituciones más influyentes son: Gobernación de La Guajira, Alcaldías municipales, Secretarías de turismo, Cámara de comercio de La Guajira y Empresas del sector Turismo, Universidad de La Guajira y SENA, Grupos étnicos presentes en el departamento y la comunidad en general. De acuerdo con las características de cada actor del sistema quedan clasificados de la siguiente forma:

Figura 1. Interacción de los agentes del SRI del sector turismo



Fuente: Elaboración propia 2019

- Exploradores: Universidad de La Guajira y SENA; Teniendo en cuenta que son las Instituciones de Educación Superior, Técnica y tecnológicas asentadas en el departamento de La Guajira que cuentan con áreas orientadas a fortalecer los diferentes focos con deficiencia en el sector turístico del departamento. Aportando

desde la oferta de programas académicos, que cuentan con desarrollo de prácticas empresariales buscando siempre resolver las necesidades del Turismo.

En este orden de ideas, la Universidad de La Guajira, cuenta con un programa de Administración Turística y Hotelera, Maestría en Gestión del Turismo Sostenible, Grupos y Semilleros de Investigación desarrollando investigaciones en líneas de investigación para potenciar dicho sector. De igual forma el SENA, oferta programas que aportan al progreso y sostenibilidad del sector entre ellos está el programa de Guianza Turística. Es oportuno decir, que estas instituciones desde su demás oferta académica brindan un aporte significativo al desarrollo del sector a nivel nacional e internacional.

- Explotadores: Empresas del sector turismo, dentro de las que se encuentran las agencias de viajes, restaurantes, hoteles, hostales, artesanos.
- Gobierno: Gobernación de La Guajira y Alcaldías municipales, Secretarías de turismo, Cámara de comercio de La Guajira, encargados de la toma de decisiones en los proyectos emprendidos en el departamento. La secretaria de Turismo Departamental en conjunto con las secretarías municipales y de la mano de la Cámara de comercio de La Guajira son las encargadas de formular, orientar y coordinar políticas, planes y programas y proyectos en materia de desarrollo económico para el departamento.
- Catalizadores: refiriéndonos a los que se encuentran ubicados y vinculados al sector turismo, como son los grupos étnicos presentes en la región, dado que ellos poblacionalmente, tiene una gran representatividad en la región, así como también la comunidad en general, En el departamento de La Guajira hay varias culturas que tienen asentamiento en este territorio: los indígenas, los árabes y los criollos. “Permanentemente hay un flujo de personas que por alguna razón visita o sale de La Guajira, ya sea por turismo, comercio o explotación de recursos minero-energéticos. Así mismo, La Guajira recibe una corriente migratoria derivada de los procesos de violencia que vive el país, que busca condiciones de paz, trabajo y bienestar”. (Sistema Nacional de Información Cultural, 2018).

3.5. Una mirada al desarrollo regional frente al turismo

El desarrollo como fenómeno complejo no se presenta de manera homogénea, se refleja diferencialmente entre espacios mostrando desequilibrios, disparidades regionales y problemas que requieren ser estudiados para buscarles solución, situación que se intensifica hoy en día por las relaciones globales de la sociedad que lo integran con base al modelo hegemónico del capitalismo y que influye sobremano en los contextos regionales y locales, estableciendo lógicas territoriales diversas. Con base en ello resulta de fundamental importancia analizar los diferentes enfoques teóricos que tratan de explicar el fenómeno del desarrollo a escala regional desde la perspectiva del sistema capitalista. En general, se reconoce plenamente la existencia de dos enfoques teóricos en los que pueden clasificarse estas teorías aunque cabe hacer notar que además de estos dos enfoques de dominio general, puede mencionarse el surgimiento de un tercero, a partir del contexto actual donde el proceso de globalización es creciente. En este tercer enfoque emergen nuevos planteamientos que incorporan al análisis los efectos del ámbito global al ámbito regional o local (Castro & López, 2010).

En este sentido, la Organización Mundial del Turismo – OMT, (2008), define el turismo como “un fenómeno social, cultural y económico relacionado con el movimiento de las personas a lugares que se encuentran fuera de su lugar de residencia habitual por motivos personales o de

negocios”.

En este sentido, en sector turismo cada día va creciendo en gran magnitud, innovando en el desarrollo de sus actividades, en aras de potencializar el desarrollo regional, agregando valor a sus productos servicios relacionados con el perfeccionamiento de las actividades propias de este sector.

Desde esta perspectiva, el turismo es una de las actividades económicas con mayor dinamismo en el plano internacional en los últimos años debido al rol fundamental que juega en la generación de divisas, en la creación de nuevas fuentes de empleo y como imán de inversión extranjera directa. De acuerdo con las previsiones de la Organización Mundial del Turismo para 2020, el número de llegadas de turistas será de cerca de 1.6 billones, de los cuales 1.2 billones serán intrarregionales y aproximadamente 378 millones serán turistas de larga distancia (OMT, 2008).

En base a lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que el turismo es una de las actividades económicas actuales más relevantes en el momento, dado que es uno de los sectores económicos regionales de mayor impacto económico tanto en el desarrollo de actividades formales e informales, generador de ingresos para muchas familias nativas y extranjeras en la región. Generando ventajas competitivas a través del desarrollo de sus productos y servicios, apropiándose de los diferentes tipos de turismo dado que estamos en una generación 4.0 es decir la era de la digitalización para el turismo.

4. Resultados

De acuerdo con el desarrollo de las nuevas tecnologías y las tendencias de las mismas, según su utilidad y aprovechamiento, cabe resaltar que hoy por hoy las empresas en general y en especial las que se encuentran ubicadas en el sector turismo, se consideran que son de gran importancia para el desarrollo socio económico de la región, dado que generan impactos positivos en el contexto empresarial. Dando como resultado una de las principales fuentes de ingreso frente a los demás sectores establecidos en la región.

En base a lo anterior, para la caracterización de los SRI es necesario tener en cuenta los componentes que los constituyen, y las políticas y estrategias establecidas para el desarrollo de la innovación, de manera que se logren los objetivos propuestos para tal fin por parte de los diferentes agentes que conforman el sistema de manera que se dé la interacción entre ellos y puedan participar de manera conjunta.

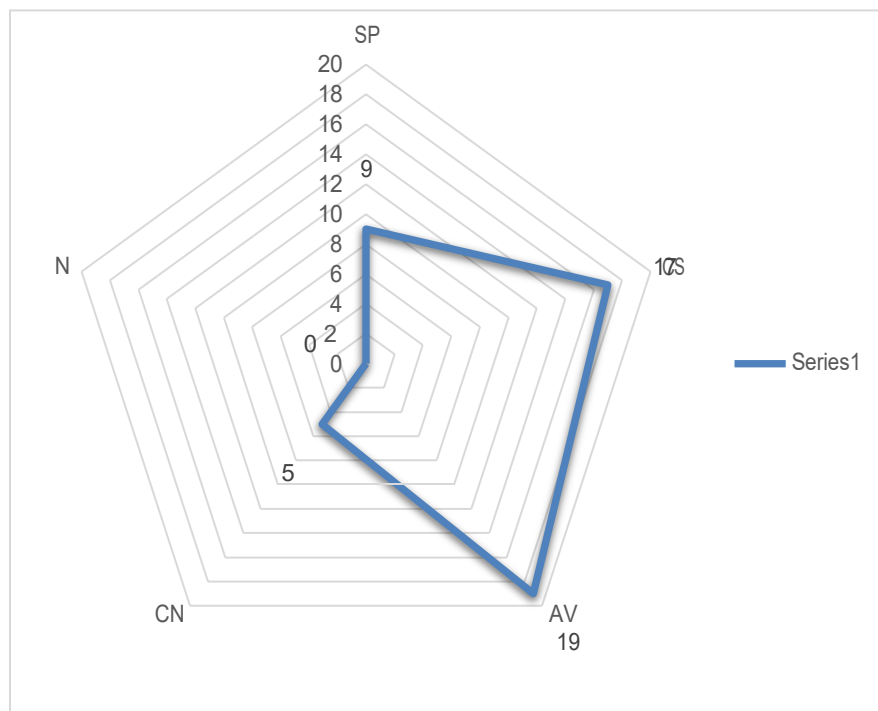
Tabla 1. ¿Se propicia la creación de redes de cooperación entre los agentes del SRI para fortalecer las dinámicas del sector turismo?

DIMENSIÓN		REPUESTAS										PROMEDIO
		SP		CS		AV		CN		N		
N°	ITEMS:	5		4		3		2		1		
	SUBDIMENSIONES	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	

1	¿Se propicia la creación de redes de cooperación entre los agentes del sistema para fortalecer las dinámicas del sector turismo?	9	18%	17	34%	19	38%	5	10%	0	0%	3,6
---	--	---	-----	----	-----	----	-----	---	-----	---	----	-----

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 3. Creación de redes de cooperación entre los agentes del SRI



Fuente: Elaboración propia, 2019

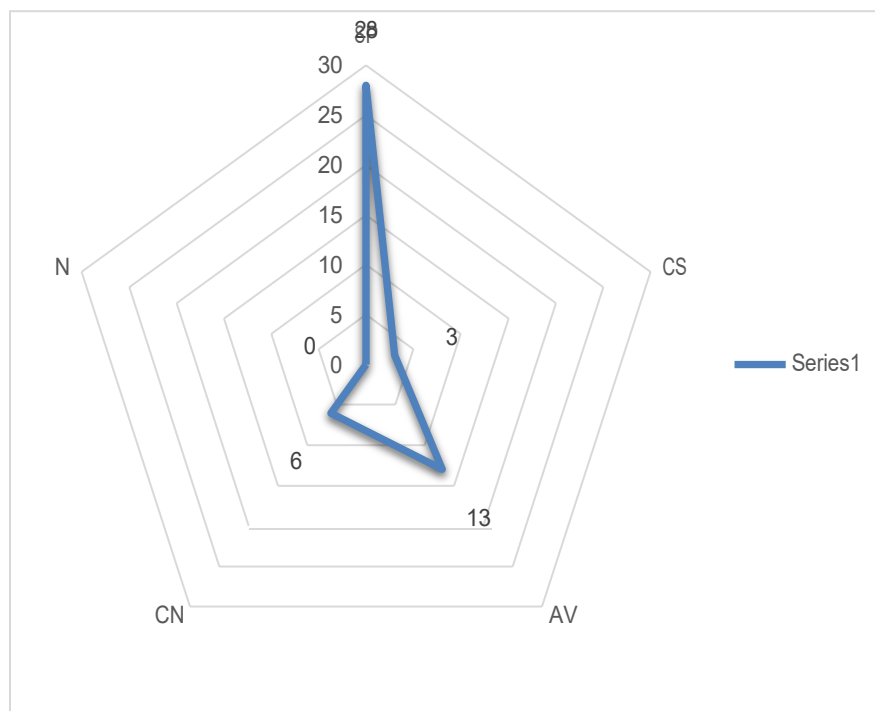
Se puede observar como indicador de análisis, que en un 38%, de los encuestados, expresan que Algunas Veces, se presenta una correlación directa entre los agentes del SRI en el sector turismo frente a redes de cooperación, este factor es fundamental en el SRI, sin embargo, se denota que el departamento La Guajira y por ende los agentes del SRI del sector turismo, deben fortalecer y ampliar sus redes de cooperación para el logro de metas alcanzables al interior del sector turismo de La Guajira.

Tabla 2.- ¿ La influencia de las instituciones gubernamentales es determinante para el desarrollo del sector turismo en el departamento de La Guajira?

DIMENSION		REPUESTAS										PROMEDIO
		5		4		3		2		1		
Nº	ITEMS: SUBDIMENSIONES	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
6	¿La influencia de las instituciones gubernamentales es determinante para el desarrollo del sector turismo en el departamento de La Guajira?	28	56%	3	6%	13	26%	6	12%	0	0%	3,7

Fuentes: Elaboración propia, 2019

Figura 4. Influencia de las instituciones gubernamentales



Fuentes: Elaboración propia, 2019

En la gráfica se observa que los sistemas regionales de innovación proveen los factores necesarios para dinamizar y fortalecer el desarrollo de las actividades desarrolladas en el sector turismo. Lo cual conlleva a repensar sobre si existe interacción entre los agentes del sector

turismo, se evidencia, que el 56% de los agentes del SRI del turismo manifiestan que **siempre**, las instituciones gubernamentales son determinantes para el desarrollo del sector turismo en el departamento de La Guajira.

Por último, dada la importancia de las escalas territoriales en la generación de relaciones e interacciones para el establecimiento de procesos innovadores, requiere de la participación y vinculación activa de los agentes del gobierno centrando su atención al desarrollo del sector turismo apoyándose en las directrices de los sistemas de innovación, teniendo mayor preferencia en las directrices regionales para mejorar la oferta turística del departamento, orientándola a la promoción en contextos nacionales e internacionales, no obstante los agentes catalizadores refiriéndonos a los que se encuentran ubicados y vinculados al sector turismo, como son los grupos étnicos presentes en la región, dado que ellos poblacionalmente tienen una gran representatividad en la región, así como también la comunidad en general, presente en el departamento de La Guajira, dado que hay varias culturas que tienen asentamiento en este territorio: los indígenas, los árabes y los criollos.

5. Discusión y análisis

El análisis y la discusión esta dado en base a la interacción entre los agentes para generar estrategias que dinamicen el desarrollo de las actividades turísticas del sector turismo de acuerdo con los lineamientos establecidos en los SRI, apropiándose esas herramientas para facilitar la recolección de datos y su procesamiento estadístico.

Es así, como las empresas del sector privado y público, han considerado que es necesario acceder a las dinámicas establecidas para fortalecer las actividades desarrolladas en el sector turismo para estar a la vanguardia de los avances de los sistemas de innovación tanto nacional como regional a fin de estar a la vanguardia de las nuevas tendencias, para así satisfacer las necesidades básicas del mismo.

Desde esta perspectiva, uno de los principios fundamentales para la innovación, es cuando los agentes y actores del sector turismo aprovechan las necesidades más apremiantes y las convierten en verdaderas oportunidades generadoras de progreso, creatividad e innovación, los cuales se ven reflejado en el mejoramiento de productos y servicios ofertados.

Finalmente, se debe luchar y gestionar por una mayor interacción entre los diferentes agentes del sector turismo presentes en el departamento de La Guajira, dado que cada uno desde su campo de acción o participación aporta para el logro del objetivo propuesto. Por ejemplo, los agentes exploradores orientan sus actividades a identificar y fortalecer los diferentes focos del sector turismo donde se evidencia deficiencias, aportando desde la formación del capital humano para mejorar la oferta tanto de productos como de servicios, con relación a los agentes explotadores quienes son los responsables director de ofertar productos y servicios innovadores y de alta calidad, a fin de satisfacer las necesidades de los clientes, deben apropiarse de las herramientas políticas establecidas en los SRI para fortalecer el desarrollo del sector turismo de La Guajira.

6. Conclusiones

En relación con lo anteriormente expuesto, se concluye que los SRI proveen los factores necesarios para dinamizar y fortalecer el desarrollo de las actividades desarrolladas en el sector turismo.

Otro aspecto relevante, es la relación e interacción entre los diferentes actores del sector turismo, lo que permite que los procesos desarrollados logren la interacción entre los diferentes agentes y se mejore la cooperación entre los mismos.

Así mismo, los procesos de innovación permiten mejorar la calidad de los productos y servicios con el fin de facilitar la generación de ideas creativas e innovadoras a fin de que se pueda evidenciar en la región estrategias para impulsar colaboración e interrelaciones entre agentes del sistema lo que permite difundir conocimiento, apropiarse de las tecnologías establecidas en los sistemas regionales de innovación.

Además, se generan nuevas ideas para desarrollar a través de la aplicación de las políticas establecidas en los SRI, orientadas a fomentar el desarrollo del sector turismo en La Guajira, a través de la incorporación de prácticas creativas para mejorando así la oferta de productos y servicios.

No obstante, se detectó falta de esfuerzos en los planes y programas establecidos para dinamizar la actividad del desarrollo turístico de La Guajira, a fin de indicadores regionales que minimicen los impactos en el entorno, de acuerdo con las necesidades relacionadas con el turismo, a fin de incorporar avances significativos a la actividad turística.

7. Referencias

- Castro, U., & López, J. (Septiembre de 2010). DESARROLLO REGIONAL Y TURISMO: REVISIÓN HISTÓRICO ESTRUCTURAL DEL RIVIERA NAYARIT, MÉXICO. *Revista de investigación en turismo y desarrollo local*, 3(8), 1-30.
- Colciencias. (20 de Julio de 2018). *Colciencias*. Recuperado el Julio de 2018, de Colciencias: <http://www.colciencias.gov.co>
- COLCIENCIAS. (20 de Julio de 2018). *COLCIENCIAS*. Recuperado el Julio de 2018, de COLCIENCIAS: <http://www.colciencias.gov.co>
- Colciencias. (2018). ¿Qué es la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación? Recuperado el Julio de 2018, de Colciencias: <https://www.colciencias.gov.co/cultura-en-ctei/apropiacion-social/definicion>
- Colciencias. (20 de Julio de 2018). *Colciencias*. Recuperado el Julio de 2018, de Colciencias: <http://www.colciencias.gov.co>
- Conpes 3397 Política sectorial de turismo. (1 de Noviembre de 2005). Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES): <https://www.dnp.gov.co/CONPES/documentos-conpes/paginas/documentos-conpes.aspx#Default={%22k%22:%22ConpesNumero:3397%20de%202005%20OR%20Title:3397%20de%202005%22}>
- Conpes 3582 Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. (27 de Abril de 2009). Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES): <https://www.dnp.gov.co/CONPES/documentos-conpes/paginas/documentos-conpes.aspx#Default={%22k%22:%22ConpesNumero:3582%20OR%20Title:3582%22}>
- Conpes 3640 Lineamientos de política para el desarrollo del turismo de convenciones y congresos. (1 de Febrero de 2010). Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES): <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3640.pdf>
- Cooke, P., Heidenreich, M., & Braczyk, H.-J. (2004). *Regional innovation systems: the role of governance in a globalized world*. Routledge, 1-20.
- CRC de la Guajira. (2008). *Plan Regional de Competitividad La Guajira: La Esquina Suramericana de las Oportunidades*. Obtenido de CRC de la Guajira: <http://www.competitivas.gov.co/sites/default/files/documentos/guajira.pdf>
- Decreto 584. (4 de Abril de 2017). Decreto 584 de 2017. "Por el cual se reglamenta los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación - CODECTI. Bogotá, D.C., Cundinamarca, Colombia: Congreso de la República.
- Departamento de la Guajira. (2018). *Plan CTel Departamento de la Guajira*. Obtenido de Colciencias: <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pdcti-guajira.pdf>

- DNP. (2018). El Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/paginas/conpes.aspx>
- DNP, Colciencias, SGR. (10 de OCTUBRE de 2015). Guía Sectorial de CTel. Guía Sectorial de CTel. Bogotá, D.C., Cundinamarca, Colombia: DNP, Colciencias
- Fernández de Lucio, I., Conesa, F., Garea, M., Castro, E., Gutiérrez, A., & Bodegas, M. (1996). *Estructuras de interfaz en el Sistema español de Innovación. Su papel en la difusión de tecnología*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Gómez, M., & Olazarán, M. (2001). Sistemas regionales de innovación. *Universidad del País Vasco*, 29.56.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2016). *Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Gobernación de la Guajira. (2013). *Plan de Desarrollo Turístico de La Guajira*. Obtenido de Secretarías y direcciones: <http://www.laguajira.gov.co/web/dpto-administrativo-de-planeacion/informes-planeacion/1221-plan-de-desarrollo-turistico-de-la-guajira.html>
- Gobernación de la Guajira. (2018). *OCAD de la Guajira*. Obtenido de Gobernación de La Guajira: <http://www.laguajira.gov.co/web/contrataciones/sistema-general-de-regalias/85-regalias/ocad-de-la-guajira.html>
- Koschatzky, K. (2000). *The regionalisation of innovation policy in Germany - theoretical Foundations and recent experience*. Arbeitspapiere Unternehmen und región N° 1.
- Lundvall, B. (1992). National Systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning . Londres.
- Lundvall, B. (1999). La base del conocimiento y su producción. *Ekonomiaz*, 45, 14-37.
- Lundvall, B. A. (2007). National innovation system - analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 95-119.
- Manual de Oslo. (2005). *Guía para la recolección e interpretación de datos sobre innovación*. París: OECD y Eurostat.
- Marshall. (1919). *Industry and Trade*. London: MacMillan.
- OCDE. (20 de Julio de 2018). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico: <https://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- Perez, P. (2015). *Turismo Sostenible*. Bogota: Universidad Externado de Colombia.
- Perroux. (1995). Note sur la notion de pôle de croissance. *Economie Appliquée*, 7.
- Porter, M. (1990). *The Comparative Advantage of Nations*. Free Press and Macmillan.
- Quintero, S. (2016). *Aprendizaje en los sistemas regionales de innovación: Un modelo basado en agentes* Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Schrepf, B., Kaplan, D., & Schroeder, D. (2013). National, Regional, and Sectoral Systems of Innovation – An overview. *Progress*, 1-32.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: F.C.E.
- Sistema Nacional de Información Cultural. (20 de Julio de 2018). *Sistema Nacional de Información Cultural*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Cultural: <http://www.sinic.gov.co/SINIC/ColombiaCultural/ColCulturalBusca.aspx?AREID=3&SECID=8&IdDp=44&COLTEM=216>

Gerenciamento integrado ambiental em hospital público

Morgana Oliveira da Silva
Universidade Feevale, Brasil
profmorganasilva@gmail.com

Cristine Hermann Nodari
Universidade Feevale, Brasil
cristinenodari@feevale.br

Vanessa Theis
Universidade Feevale, Brasil
vanessat@feevale.br

Dusan Schreiber
Universidade Feevale, Brasil
dusan@feevale.br

Resumo

Este trabalho objetiva analisar a gestão ambiental de um hospital público localizado no município de Ivoti, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Para tanto, identificou-se as práticas de gerenciamento ambiental, explorando a operação entre diferentes setores e estabelecendo apontamentos sobre o processo de gestão ambiental. O problema de pesquisa foi abordado de forma qualitativa, por meio de um estudo de caso. Realizou-se a triangulação de dados coletados por meio de observação não-participante, levantamento documental, entrevistas semiestruturadas com os responsáveis por todos os setores do hospital e pela central de resíduos e controle de infectologia. Com base nas evidências coletadas, constataram-se fragilidades entre as práticas do hospital com relação às referências teóricas de gestão ambiental. Também se verificou falta de conhecimento dos entrevistados com relação às questões voltadas às categorias investigadas, tanto dos setores administrativos como assistenciais.

Palavras chaves

Resíduos de Serviços de Saúde; Gestão Ambiental; Hospital público.

1. Introdução

A variável ambiental e as questões de sustentabilidade deixaram de ser focadas somente no controle da poluição e foram ampliadas para o controle integrado das práticas e aos processos produtivos organizacionais. Neste sentido, sistemas de gestão ambiental empresarial têm por objetivo identificar os problemas ambientais que as empresas podem ocasionar a partir de suas atividades e buscar alternativas para evitá-los. Este sistema abrange atividades administrativas e operacionais, que contemplam o planejamento dos objetivos, coordenação das atividades e avaliação dos resultados.

O setor de saúde configura-se como uma fonte importante na geração de impactos negativos ao meio ambiente, contribuindo de maneira não proposital para agravar situações que

ameaçam a própria saúde pública (NOGUEIRA; CASTILHO, 2016). No contexto brasileiro, os hospitais públicos representam aproximadamente 65% das organizações produtivas do setor da saúde (FBH, 2018). O gerenciamento inadequado dos resíduos hospitalares pode provocar impactos ambientais como contaminações, infecção hospitalar, geração de epidemias ou mesmo endemias, devido a contaminações do lençol freático. Ademais, os referidos resíduos são fonte de risco às pessoas que os manuseiam, visto que são altamente infectados e requerem procedimentos específicos de acondicionamento, transporte, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final.

Neste contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a gestão ambiental de um hospital público localizado no município de Ivoti, no estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, identificou-se as práticas de gerenciamento ambiental, explorando a operação entre diferentes setores e estabelecendo apontamentos sobre o processo de gestão ambiental. O problema de pesquisa foi abordado de forma qualitativa, por meio de um estudo de caso. Após esta introdução, o trabalho apresenta as abordagens teóricas sobre gestão ambiental em órgãos públicos e resíduos de serviços de saúde, seguido dos procedimentos metodológicos e discussão dos resultados. Após a descrição e apresentação do *corpus* pesquisado, estão descritas as considerações finais com relação ao objetivo da pesquisa, limitações e sugestões para investigações futuras.

2. Gestão Ambiental em Órgãos Públicas

Considerada como uma nova função empresarial, a gestão ambiental possibilita que as empresas administrem adequadamente suas relações com o meio ambiente ao avaliarem e corrigirem danos ambientais do presente ou evitarem problemas futuros, ao integrarem articuladamente todos os setores da empresa quanto aos imperativos ambientais (SANCHES, 2000). Conceitualmente, Barbieri (2017) sinaliza a gestão ambiental como o conjunto de atividades de planejamento, direção, controle, alocação de recursos e demais ações que tenham como objetivo a redução ou eliminação dos danos causados ao meio ambiente.

Do mesmo modo, para Elefsiniotis e Warrham (2005), a gestão ambiental concerne à totalidade de ações organizacionais, de forma sistematizada para monitorar impactos ambientais de suas atividades e gerenciar questões pertinentes à dimensão ambiental. Os autores Vilela Junior e Demajorovic (2006) ressaltam que os elementos básicos de um sistema de gestão ambiental são descritos na norma NBR ISO 14001/2004, sendo que esta possui como objetivos a conformidade da empresa com a política ambiental, buscando a melhoria contínua e a prevenção da poluição, além da conformidade entre as partes interessadas e a busca por certificação.

Os principais benefícios que a empresa obtém com um Sistema de Gestão Ambiental fundamentado na norma supramencionada são: diminuição dos custos na contratação de seguros; aumento de atratividade; facilidade na obtenção de créditos; motivação dos funcionários; influência positiva nos demais processos da empresa; melhora na imagem perante o mercado; aumento da demanda por bens e serviços; desenvolvimento de ações ambientais preventivas e redução do consumo de energias. Dentre as dificuldades encontradas destaca-se: resistência dos funcionários; aumento de custos e dificuldade no cumprimento de alguns requisitos da norma relativos à legislação (OLIVEIRA; SERRAB, 2010).

No que se refere à administração pública, Erdtmann (2004) e Couto e Pedrosa (2007) atribuem aos governos a função da elaboração de um modelo de cultura institucional que

apresente práticas ambientais sustentáveis, bem como critérios na administração pública. A Instrução Normativa (IN) nº 10, de 12 de novembro de 2012, define práticas de sustentabilidade como ações que objetivam a elaboração de um novo modelo de cultura institucional, visando a inserção de critérios de sustentabilidade nas atividades da administração pública.

Estas práticas contemplam os aspectos de sustentabilidade, práticas de racionalização, coleta seletiva, coleta seletiva solidária, resíduos recicláveis descartados, material de consumo, material permanente, inventário físico financeiro e compra compartilhada. Por meio deste programa, as instituições e seus funcionários são incentivados a adotar ações sustentáveis no ambiente de trabalho, buscando economia com base em cinco eixos temáticos: uso racional dos recursos naturais e bens públicos; gestão adequada dos resíduos gerados; qualidade de vida no ambiente de trabalho; sensibilização, capacitação e licitações sustentáveis.

3. Resíduos de Serviços de Saúde

No início da década de 1990, os resíduos dos serviços de saúde ganharam destaque legal com a aprovação da Resolução CONAMA nº 006 de 19/09/1991, que desobrigou a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e de terminais de transporte. Os estados e municípios que optaram pela não incineração seriam responsáveis por estabelecerem normas e procedimentos ao licenciamento ambiental, desde o sistema de coleta até a disposição final dos resíduos. Posteriormente, fundamentada nesta resolução, foi elaborada a Resolução CONAMA nº 005 de 05/08/1993, determinando que as instituições prestadoras de serviço de saúde e terminais de transporte deveriam desenvolver um plano de gerenciamento de seus resíduos, contemplando os aspectos no que se refere à geração de resíduos; segregação; acondicionamento; coleta; armazenamento; transporte; tratamento e disposição final dos resíduos.

Com o intuito de aprimoramento, a resolução foi atualizada, gerando a Resolução CONAMA nº 283/01, publicada em 12/07/2001. Esta resolução aborda o tratamento e destinação final dos resíduos de saúde, excluindo as especificações sobre os resíduos de terminais de transporte. Ela também alterou o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Saúde para Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS, impondo a implantação deste plano, que ainda não havia sido contemplado em nenhuma resolução federal. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que tem a missão de “ regulamentar, controlar e fiscalizar os produtos e serviços que envolvam riscos à saúde pública (Lei nº 9.782/99, capítulo II, art. 8º), também assumiu a responsabilidade e passou a promover um grande debate público para orientar a publicação de uma resolução específica. Então, no ano de 2003, foi promulgada a Resolução de Diretoria Colegiada, RDC ANVISA nº 33/03, que aborda o regulamento técnico para o gerenciamento de RSS. Esta resolução passou a contemplar os possíveis riscos aos trabalhadores, à saúde e ao meio ambiente. No entanto, esta análise de risco quanto à manipulação dos resíduos ocasionou divergências, considerando as orientações estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 283/01.

O entendimento entre os dois órgãos ocorreu com a revogação da RDC ANVISA nº 33/03 e a publicação da RDC ANVISA nº 306, em dezembro de 2004, e da Resolução CONAMA nº 358, em maio de 2005. Portanto, as resoluções passaram a se relacionar, considerando a definição de procedimentos seguros, as realidades e peculiaridades regionais, a classificação e os procedimentos recomendados de segregação e manejo dos RSS. A RDC ANVISA nº 306/04 e a Resolução CONAMA nº 358/05 abordam o gerenciamento dos RSS

em todas as suas etapas, definindo a participação dos diferentes agentes da cadeia de responsabilidades pelos RSS. Representam um processo de mudança de paradigma no trato dos RSS, fundamentada na análise dos riscos envolvidos.

De acordo com a RDC ANVISA no 306/04 e a Resolução CONAMA no 358/2005, são definidos como geradores de RSS todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, incluindo os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para a saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento. Também fazem parte deste grupo, os serviços de medicina legal, drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde; centro de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores; distribuidores produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem; dentre outros similares.

Para Sisinho e Moreira (2005), a geração de resíduos de serviços de saúde vem crescendo em função do incremento das técnicas médicas, aumento da utilização de materiais descartáveis e aumento populacional. Para os autores, o volume de resíduos produzido varia de acordo com o porte da instituição, a quantidade de serviço que oferta, o número de pacientes que atende e os procedimentos utilizados. É primordial que esta quantidade de resíduos gerada e sua composição sejam de conhecimento dos gestores, a fim de garantir um processo adequado de gerenciamento destes resíduos (MAHLER; MOURA, 2017).

Os resíduos do serviço de saúde precisam receber atenção (segregação, condicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final) em decorrência dos imediatos e graves riscos que podem oferecer, por apresentarem componentes químicos, biológicos e radioativos. Dentre os componentes químicos destacam-se as substâncias ou preparados químicos: tóxicos; corrosivos; inflamáveis; reativos; genotóxicos, mutagênicos; produtos mantidos sob pressão. Inclui-se ainda os gases; quimioterápicos; pesticidas; solventes; ácido crômico; limpeza de vidros de laboratório; mercúrio de termômetros; substâncias para revelação de radiografias; baterias usadas; óleos; lubrificantes usados, dentre outros (BRASIL, 2006).

Ressalta-se que, de acordo com a Resolução CONAMA nº 358/05, os RSS são classificados em cinco grupos: A, B, C, D e E. O grupo A, engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras. O Grupo B contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros.

No grupo Grupo C, estão quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc. O Grupo D não apresenta risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Por fim, o Grupo E compreende os materiais perfuro-cortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares.

Com relação aos componentes biológicos destacam-se os que contêm agentes

patogênicos que podem causar doença, os componentes radioativos utilizados em procedimentos de diagnóstico e terapia e os que contêm materiais emissores de radiação ionizante. Para a ANVISA e o CONAMA, os RSS representam um potencial de risco em duas situações: a) para a saúde ocupacional de quem manipula os resíduos, seja o pessoal ligado à assistência médica ou médico-veterinária, seja o pessoal ligado ao setor de limpeza e manutenção; b) para o meio ambiente, como decorrência da destinação inadequada de qualquer tipo de resíduo, alterando as características do meio (BRASIL, 2006).

O risco no manejo dos resíduos dos serviços de saúde está principalmente vinculado aos acidentes que ocorrem devido às falhas no acondicionamento e segregação dos materiais perfurocortantes sem utilização de proteção mecânica. Quanto aos riscos ao meio ambiente, pode-se destacar a contaminação do solo; das águas superficiais e subterrâneas pelo lançamento de RSS em lixões ou aterros. Estes podem oferecer potenciais risco aos catadores, principalmente por meio de lesões provocadas por materiais cortantes e/ou perfurantes, e por ingestão de alimentos contaminados ou aspiração de material particulado contaminado em suspensão. A contaminação pelo ocorre pelo processo de incineração descontrolada, a qual emite poluentes na atmosfera contendo, por exemplo, dioxinas e furanos (BRASIL, 2006).

Assim, entende-se que é de responsabilidade dos serviços de saúde: a) elaborar o PGRSS, nomeando os profissionais responsáveis pelo processo; b) manter cópia do PGRSS disponível para consulta; c) promover capacitação inicial e continuada dos recursos humanos; d) fazer constar nos termos de licitação e de contratação dos serviços referentes ao PGRSS as comprovações de capacitação e treinamento dos funcionários das firmas prestadoras de serviço de limpeza e conservação, bem como no transporte, tratamento e disposição final destes resíduos; e) requerer às empresas prestadoras de serviços a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de serviços de saúde e documento de cadastro emitido pelo órgão responsável de limpeza urbana para a coleta e o transporte dos resíduos (CUSSIOL, 2008).

Sob a perspectiva das instituições de saúde, o gerenciamento dos RSS é um processo que requer alto investimento financeiro, sendo necessário planejamento, estratégias, adequação da estrutura física da instituição, condições de trabalho e qualificação das pessoas envolvidas no processo (BAGIO *et al.*, 2013; NOGUEIRA; CASTILHO, 2016). Assim, mesmo que as instituições de saúde reconheçam a importância e os benefícios da implantação do gerenciamento dos RSS, ainda há dificuldades na sua implantação devido a fatores como a pouca experiência das administradoras municipais e dos gestores hospitalares e falta de conhecimento dos custos demandados para o processo (NOGUEIRA; CASTILHO, 2016).

Por fim, Rizzon, Nodari e Reis (2015) destacam que, no caso das instituições de serviços de saúde públicas, a busca por alianças com empresas do setor público-privado, que estejam dispostas a auxiliar os serviços públicos e executar o gerenciamento dos resíduos em troca de deduções fiscais, seria uma opção para as limitações financeiras e técnicas. Também pode haver *benchmarking* junto às empresas que já possuem os processos de gestão e gerenciamento ambiental estável; parcerias com organizações não governamentais, que podem assessorar no que se refere a treinamentos educacionais das comunidades geradoras de resíduos de saúde, estimulando a reciclagem.

4. Método

O hospital objeto deste estudo foi fundado em 1924. Atualmente, a instituição conta

com aproximadamente 900 funcionários, possuindo bloco cirúrgico com cinco salas, UTI adulta (com dez leitos) e UTI neonatal (também com dez leitos). Possui serviços terceirizados de endoscopia, exames de imagem, hemodiálise, oncologia, neurocirurgia, fisioterapia, laboratório e lavanderia. Os dados foram coletados por meio de 24 entrevistas semiestruturadas, no mês de dezembro de 2017, com as pessoas responsáveis pelos setores, sendo estes 14 setores administrativos e dez assistenciais.

O roteiro das entrevistas foi dividido em quatro blocos relacionados aos temas do estudo, que caracterizam as categorias de análise do estudo: 1) Compreensão sobre Gestão Ambiental; 2) Compreensão sobre Risco Ambiental; 3) Compreensão sobre Risco Hospitalar e; 4) Ações de Gerenciamento Ambiental Hospitalar. Os setores administrativos entrevistados foram: Controle de Infecção; Administração; Recursos Humanos; Nutrição; Contabilidade; Faturamento; Central de Resíduos; Higienização; Rouparia; Costura; Informática; Portaria; Recepção e Same. Os setores assistenciais foram: Clínica D; Clínica C; Emergência; Clínica Cirúrgica; UTI Adulto; UTI Neonatal; Pediatria; Multiclínica; Maternidade e Bloco Cirúrgico identificados a partir das siglas apresentadas no quadro 1:

Quadro 1 – Unidades, Siglas e Setores

UNIDADES	SIGLA	SETOR
Controle de Infecção	CI	ADMINISTRATIVO
Administração	ADM	
Recursos Humanos	RH	
Nutrição	NUTR	
Contabilidade	CONT	
Faturamento	FAT	
Central de resíduos	CR	
Higienização	HIG	
Rouparia	ROUP	
Costura	COST	
Informática	INFO	
Portaria	PORT	
Recepção	RECEP	
SAME	SAME	
Clínica D	CD	ASSISTENCIAL
Clínica C	CC	
Emergência	EMER	
Clínica cirúrgica	CCIR	
UTI Adulto	UTI ADUL	
UTI Neonatal	UTI NEO	
Pediatria	PEDI	
Multiclínica	MULTI	
Maternidade	MAT	
Bloco cirúrgico	BC	

Fonte: Dados da pesquisa.

Yin (2015) sinaliza que um ponto muito importante da coleta de dados para um estudo de caso é a oportunidade de utilizar diversas fontes para a obtenção de evidências. Segundo o autor, a triangulação de dados permite cruzar informações obtidas por diferentes instrumentos de coletas de dados. No caso desta pesquisa, as fontes foram o resultado do referencial teórico, o conteúdo das entrevistas e os dados advindos da observação não-participante realizada por um dos autores nas dependências do hospital durante dois dias, onde foi permitida a circulação

por todos os setores do hospital. Além disto, foi disponibilizado documentos internos, *folders*, normativas e relatórios de gestão e controle.

Seguindo recomendações de Bardin (2004), o teor das entrevistas foi submetido à análise de conteúdo, que consiste em uma técnica para levantar inferências válidas a partir do texto, buscando classificar palavras, frases, ou mesmo parágrafos em categorias de conteúdo. Neste caso, utilizou-se as mesmas categorias do instrumento de coleta de dados, sendo os resultados apresentados na seção seguinte.

5. Análise e Discussão dos Resultados

De acordo com o Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2018), os serviços disponibilizados pelo hospital são: Porta de Entrada Hospitalar de Urgência (PEHU) – Hospital Especializado Tipo I; Referência para Atenção Hospitalar Integral aos Usuários de Álcool e Outras Drogas; Unidade de Assistência de Alta Complexidade em Nefrologia (Serviço de Nefrologia); Unidade de Assistência de Alta Complexidade em Neurologia/Neurocirurgia; Unidade de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia (UNACON) com serviço de Radioterapia; Unidade de Assistência de Alta Complexidade em Terapia Nutricional – Enteral; Centro de Atendimento de Urgência tipo III aos pacientes com AVC; Oncologia cirúrgica hospital porte B; Especialidade Cirúrgica: Ortopediatramatologia; Neurocirurgia; Cirurgia Geral; Cirurgia Oncológica; Especialidade Clínica: Clínica Geral; Cardiologia; Oncologia; Complementar: UTI Neonatal – Tipo II; Unidade de Isolamento; Unidade Intermediária Neonatal; Unidade Intermediária; UTI Adulto – Tipo II; Obstétrico: Obstetrícia Clínica; Obstetrícia Cirúrgica; Pediatria: Pediatria Clínica; Outras Especialidades: Psiquiatria.

Ressalta-se que, de acordo com os registros hospitalares a instituição gera quatro tipos de resíduos: 1) Grupo A: gazes, equipos, cateteres, sondas, drenos, compressas, luvas, micropores, seringas e demais materiais médico-hospitalares que tenham entrado em contato com secreções humanas; 2) Grupo B: Medicamentos vencidos, inutilizados e/ou impróprios para uso; 3) Grupo D: Materiais que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente. Neste grupo, estão inclusos os itens recicláveis: papel, plástico, metal, vidro e resíduo orgânico; 4) Grupo E: Estão inseridos neste grupo as agulhas, ampolas quebradas, lancetas, lâminas de bisturi.

5.1. Compreensão da Gestão Ambiental

Questionados sobre a primeira categoria de compressão da gestão ambiental os entrevistados do CI, RH e NUTR citaram a utilização de práticas que objetivam a diminuição dos impactos negativos ao meio ambiente e as atividades realizadas que podem vir a causar esses impactos. O entrevistado da ADM, que responde também pelos setores de HIG, COST, ROUP e CR, amplia o conceito citando o gerenciamento dos recursos naturais, buscando sua preservação e visando a sustentabilidade da organização. O entrevistado do setor da CONT também citou os recursos naturais, enfatizando o impacto na vida das pessoas, como a qualidade de ar, a água e o solo. Esta percepção está alinhada com a literatura revisada que destaca que as questões ambientais de um hospital podem interferir na qualidade de vida de uma sociedade (SANCHES, 2000; BARBIERI, 2017)

O contexto geral da sociedade foi descrito pelo entrevistado da INFO, que também

levantou a questão da conscientização que se precisa ter com os resíduos gerados, a fim de evitar contaminações. Contudo, o entrevistado do FAT não soube expor o que compreende a respeito. Mencionou a documentação dos extintores e da vigilância sanitária que, segundo ele, está atualizada.

Os entrevistados do setor administrativo, portanto, demonstraram noções do que é gestão ambiental, quando citaram o desenvolvimento de práticas voltadas a reduzir os impactos negativos e riscos ao meio ambiente; gerenciamento dos resíduos gerados, destinando os mesmos corretamente; e administração dos recursos naturais disponíveis. No entanto, neste contexto de compreensão acerca da gestão ambiental, não foi citada nenhuma ação que o hospital realiza e/ou tenha apresentado como, por exemplo, um plano de gerenciamento dos resíduos. Esta questão conflita com o teor da entrevista realizada com o responsável pelo gerenciamento dos resíduos da instituição, que detalhou atividades de divulgação e capacitações voltadas às questões ambientais.

O entrevistado do setor assistencial CC, entende que gestão ambiental são ações como separação do lixo e limpeza, além do descarte correto de materiais como pilhas e eletrônicos. Por seu turno, o entrevistado da EMER acredita que gestão ambiental é reconhecer e administrar os problemas que podem vir a causar danos ao meio ambiente e aos seres vivos. O entrevistado da MAT complementa citando cuidados com a natureza e recursos naturais. O entrevistado da UTI ADUL defende a ideia de um conjunto de estratégias para preservar o meio ambiente, bem como o próprio ambiente de trabalho. Administração ambiental e legislações foram citadas pelo entrevistado da CCIR - MULTI. No BC de acordo com o entrevistado, a gestão ambiental está diretamente ligada aos dejetos. Para esterilização dos materiais necessários, são utilizados 25 mil litros de água por processo de autoclave. São realizados 50 processos por dia.

A questão da separação e destinação correta dos resíduos foi mencionada pela maioria dos setores, tanto administrativos como assistenciais. A resolução CONAMA nº 358/05 classifica os resíduos hospitalares em cinco grupos: A, B, C, D e E. Os entrevistados citaram os resíduos pertencentes ao Grupo A, que é composto por agentes biológicos; Grupo B, representado pelos medicamentos; Grupo D constituído por sobra de alimentos, resíduos dos setores administrativos e Grupo E, que são os materiais perfurocortantes.

Assim como os entrevistados dos setores administrativos, os entrevistados dos setores assistenciais não citaram nenhum tipo de programa do hospital que viesse complementar o que entendem sobre o tema gestão ambiental. Também não foram citados benefícios da gestão ambiental, assim como os citados na NBR ISSO 14001/2004: diminuição dos custos na contratação de seguros, facilidade na obtenção de créditos, motivação dos funcionários, aumento da demanda por serviços, desenvolvimento de ações ambientais preventivas.

5.2. Compreensão de Risco Ambiental

Ressalta-se que a Resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente. Nesse sentido, risco ambiental é considerado tudo aquilo que pode causar dano aos funcionários e aos pacientes como, por exemplo, acidentes com materiais perfurocortantes e riscos biológicos. Esta definição é compartilhada pelos entrevistados da CI e ADM. Entretanto, o entrevistado da NUTR expande a definição, citando que o risco ambiental pode ser tudo o que é produzido durante os processos de trabalho e pode vir a oferecer danos não somente aos funcionários, mas também ao meio ambiente.

O entrevistado do RH relacionou a questão de risco ambiental ao descarte correto dos resíduos, citando todo o volume de papel que produzem. Enfatizou que o que difere os resíduos administrativos dos assistenciais é a presença de resíduos infectantes e perfurocortantes. O entrevistado mostrou-se realmente preocupado com a importância da separação correta dos resíduos antes do seu descarte. O entrevistado da INFO relacionou a questão do risco ambiental diretamente com o seu departamento, salientando a presença de componentes eletrônicos. Segundo ele, os componentes eletrônicos são amplos: placas, diodos, *transistor*, *resistors*, fusíveis.

O entrevistado do FAT – em vez de expor seu entendimento sobre risco ambiental – relatou o risco que os funcionários dos setores de recepção e das portarias estão expostos. Segundo ele, estes setores acolhem os pacientes sem saber suas possíveis doenças e, por isso, estão vulneráveis ao risco de contaminação. Neste sentido, o entrevistado do setor assistencial CCIR reconhece que o comprometimento das áreas é fundamental para não haver contaminação, risco e danos. Para os entrevistados do CD e UTI NEO, os poluentes descartados de maneira inadequada oferecem riscos como, por exemplo, medicações que sobram e que devem ser colocadas na caixa *descarpack*, utilizada para os perfurocortantes.

Segundo ANVISA e CONAMA, 2017 os riscos oferecidos pelos resíduos dos serviços de saúde estão ligados aos possíveis acidentes em decorrência de falhas no acondicionamento e segregação. Já o meio ambiente é passível de contaminação de solo, águas, superfícies subterrâneas e ar (com o processo de incineração).

Nesta categoria estudada, novamente os setores administrativos e assistenciais demonstraram preocupação com o descarte correto dos resíduos. Segundo a instituição, o intuito é eliminar grande parte dos resíduos de saúde ao custo mais baixo possível, uma vez que estes podem abrigar organismos produtores de doenças. Entretanto, os setores administrativos e assistenciais também não citaram a questão do mapeamento de riscos, tampouco os tipos de riscos aos quais estão expostos.

5.3. Compreensão de Risco Hospitalar

O entrevistado do setor administrativo CI acredita que o seu setor não oferece riscos ambientais, uma vez que é um setor administrativo e não gera resíduos contaminados. Contudo, nos períodos de vacinação acabam manuseando seringas e agulhas, mas procuram descartar corretamente na caixa dos perfuro cortantes. Para o entrevistado da ADM, o setor da HIGI é um dos principais potenciais a oferecer riscos ambientais, visto que manuseia os resíduos contaminados. Ressalta-se o material reciclável é coletado por cooperativas, logo se o descarte não é feito corretamente, podem ocorrer acidentes com materiais perfurocortantes, caso estejam misturados. Ademais, o entrevistado enfatiza que a equipe de higienização se expõe diariamente a estes riscos, caso os materiais estejam misturados. Logo, para o entrevistado, a questão do descarte é um ponto crucial dentro do hospital, pois é um forte indicador de acidentes de trabalho. Nos demais setores que compõem a ADM não são percebidos potenciais risco ambientais.

Seguindo as instruções do Plano de Gerenciamento de Resíduos do Hospital (2017), o setor de higienização é o principal responsável por manter os locais limpos, mas o gerador é considerado corresponsável. Sendo assim, os profissionais de cada setor são responsáveis pela segregação dos materiais utilizados em seus processos de trabalho.

O setor de RH produz um alto volume de papel. Segundo o entrevistado, esta é uma característica burocrática do serviço público. De acordo com o entrevistado, muitas vezes, para

produzir um documento, são necessárias impressões de muitas vias. Foram citados setores como CONT e SAME, que possuem salas apenas para o arquivo de documentos impressos. Até o momento, o hospital não tem definido o processo de digitalização dos documentos, pois não sabe o tempo que precisa manter os arquivos impressos. Conforme o responsável pelo setor, o processo de digitalização demanda investimento e acaba não sendo visto como prioridade. No setor, há várias lixeiras próximas. No entanto, foi relatado que, no momento da coleta, estes resíduos são todos misturados, o que acaba desmotivando a separação correta.

O setor de CONT é insalubre de acordo com o entrevistado. Durante a visitação ao hospital foi possível verificar esta afirmação em função do grande volume de papéis impressos. Os pesquisadores visualizaram salas com muitos papéis, inclusive empilhados pelo chão da sala e em cima das mesas dos funcionários. Estes papéis dificultam o acesso e a circulação dentro do setor. Já o setor de NUTR engloba cozinha e refeitório, atendendo funcionários e acompanhantes dos pacientes. São servidas mil refeições por dia, mas não são controlados o volume e o peso dos resíduos gerados diariamente. O entrevistado relatou que há muita sobra das refeições dos pacientes e também no refeitório.

Um dos riscos percebidos pelo entrevistado é o despejo da água utilizada para higienizar os utensílios de cozinha do hospital diretamente para a rede externa, sem nenhum tipo de tratamento ou análise técnica preliminar. Segundo o funcionário, há recursos técnicos disponíveis, mas a falta de recurso financeiro não permite a realização das alterações. Outro risco apontado é a separação inadequada dos resíduos orgânicos, que retornam dos quartos dos pacientes e são depositados diretamente no coletor de lixo orgânico, junto com todos os demais resíduos. Esta falta de gerenciamento das questões ambientais por parte do hospital pode afetar a qualidade de vida da sociedade. Os RSS podem provocar contaminações, infecções hospitalares, propagação de epidemias (BAGIO et al., 2013).

Na CD, os riscos começam pela separação do lixo e utilização das luvas. Por exemplo, a equipe de higienização deve usar luvas amarelas, mas usa as descartáveis. Ademais, os funcionários deveriam usar os uniformes somente dentro da instituição, mas acabam saindo para rua e voltando para dentro do hospital, aumentando os riscos de contaminações, conforme relato da enfermeira responsável. Na ala de emergência, há risco de contaminação a partir das secreções dos pacientes. Na PEDI pode haver vazamento dos torpedos grandes de oxigênio. O entrevistado da PEDI citou risco de queda das crianças, por isso, as portas são mantidas fechadas, há portões nas escadas e telas de proteção. Na UTI ADUL identificaram-se riscos quanto a falta de gerenciamento dos resíduos, bem como equipamentos eletrônicos, baterias e resíduos orgânicos. A contaminação pode ocorrer até mesmo através das roupas de cama e uniformes dos funcionários.

Portanto, foi possível perceber que os entrevistados do grupo dos setores administrativos e assistenciais não realizam o Diagnóstico da situação, conforme sugerido por Cussioli (2008). Este diagnóstico consiste na identificação das atividades desenvolvidas, verificação de treinamentos e capacitações aos funcionários, caracterização e classificação de todos os resíduos gerados, controle de volume de resíduos gerados, análise de quais cuidados são necessários para o manuseio dos mesmos e qual a destinação correta para cada um deles.

5.4. Ações de Gestão Ambiental Hospitalar

Analisando as respostas dos entrevistados, percebe-se que os mesmos se mostram preocupados com a destinação correta dos resíduos gerados. Contudo, constatou-se que não foram citadas participações ou promoção de treinamentos, bem como o envolvimento da alta

direção do hospital, refletindo, portanto, diferentes fragilidades. Percebe-se uma falta de alinhamento para disseminação das informações, como, por exemplo, apresentar o plano de gerenciamento de resíduos que a instituição possui.

Por meio da análise do documento do Plano de Gerenciamento do hospital e das entrevistas realizadas, foi possível perceber que a instituição possui preocupação com a questão ambiental. No entanto, falta estruturação de processos. Conforme citado por alguns entrevistados, está sendo composta uma comissão. Esta deveria participar de uma revisão e reestruturação do Plano de Gerenciamento que o hospital possui, pois atualmente ele é revisado somente pelos setores Controle de Infecção e Higienização. A partir do comprometimento da alta direção, será possível a nomeação de um líder que terá a responsabilidade de conduzir o processo.

Poderão ser planejados os investimentos necessários, uma vez que, durante as entrevistas, foi citado que existem ferramentas que auxiliam na gestão ambiental, mas não há recursos financeiros para a aquisição de equipamentos que possibilitam a digitalização de documentos, máquina de lavagem com água quente para o refeitório, melhorar os equipamentos no bloco cirúrgico, bem como outros equipamentos de infraestrutura. Cada membro participante da comissão deverá ter claras as suas responsabilidades, envolvendo e capacitando constantemente sua equipe de trabalho.

6. Considerações Finais

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a gestão ambiental de um hospital público localizado no município de Ivoti, no estado do Rio Grande do Sul. Foram constatadas fragilidades entre as práticas do hospital com relação às referências teóricas de gestão ambiental. Também se verificou falta de conhecimentos dos entrevistados com relação às questões voltadas às categorias investigadas, tanto dos setores administrativos como assistenciais. Ainda que esta pesquisa tenha atingido os objetivos propostos e que o rigor metodológico tenha sido perseguido, não se pode eximir a existência de limitações, que reside no acesso aos documentos e crescente rotatividade de funcionários.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de entrevistas com a alta direção do hospital, secretarias municipais e demais funcionários da instituição. A partir da entrevista junto a direção será possível perceber o comprometimento com a questão ambiental, que se reflete nos demais setores do hospital. Já com a entrevista junto às secretarias municipais será possível conhecer os projetos, bem como as relações que possuem como instituições de serviços de saúde pública. Sugere-se a realização de uma pesquisa tipo *survey* junto aos demais funcionários do hospital, onde será possível perceber seu entendimento perante a questão ambiental, além de traçar um comparativo entre os diferentes públicos do ambiente organizacional.

7. Referências

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2006). *Manual do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- Bagio, J. C., de Souza, M. T. S., da Silva Freitas, F. L., & Campanario, P. M. (2013). O plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde/The waste management plan for health care. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)*, 3(2), 04-22.
- Barbieri, J. C. (2017). *Gestão ambiental empresarial: conceitos, métodos e instrumentos*. 4. ed. Editora Saraiva.
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. 03. ed. Lisboa: Edições 70.

- Brasil (1999). *Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999*. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9782.htm>. Acesso em: 02 de abril de 2019.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). (2001). *Resolução nº 283, de 12 de julho de 2001*. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res28301.html>>. Acesso em 02 de abril de 2019.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). (2005). *Resolução nº 358/2005 - "Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências."* - Data da legislação: 29/04/2005 - Publicação DOU nº 084, de 04/05/2005, págs. 63-65.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). (1986). *Resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente*. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 02 de abril de 2019.
- Couto, R. C., & Pedrosa, T. M. G. (2007). Hospital: acreditação e gestão em saúde. In *Hospital: acreditação e gestão em saúde*.
- Cussiol, N. D. M. (2008). Manual de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (p. 88). *Belo Horizonte: FEAM-Fundação Estadual do Meio Ambiente*.
- Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2003). *Resolução RDC n.o 33, de 25 de fevereiro de 2003*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <www.cff.org.br/userfiles/file/resolucao_sanitaria/33.pdf>. Acesso em: 02 de abril de 2019.
- Elefsiniotis, P., & Wareham, D. G. (2005). ISO 14000 environmental management standards: their relation to sustainability. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 131(3), 208-212.
- Erdtmann Kreutz, B. (2004). Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde: biossegurança e o controle das infecções hospitalares. *Texto & Contexto Enfermagem*, 13(Esp).
- FBH (2018). Federação Brasileira de Hospitais. *Cenário dos Hospitais no Brasil*. Federação Brasileira de Hospitais. Disponível em: <http://fbh.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Relatorio-FBH-CNS_web.pdf>.
- Mahler, C. F., & Moura, L. D. L. (2017). Resíduos de Serviços de Saúde (RSS): Uma abordagem qualitativa. *STI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (23), 46-60.
- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. (2012). *Instrução normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012*. DOU de 14/11/2012 (nº 220, Seção 1, pág. 113).
- Nogueira, D. N. G., & Castilho, V. (2016). Resíduos de serviços de saúde: mapeamento de processo e gestão de custos como estratégias para sustentabilidade em um centro cirúrgico. *REGE-Revista de Gestão*, 23(4), 362-374.
- Oliveira, O. J., & Serrab, J. R. (2010). Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. *Revista Produção*, 20, 429-438.
- Reis, L. F. S. S. D., & QUEIROZ, S. M. P. D. (2002). Gestão ambiental em pequenas e médias empresas. *Rio de Janeiro: Qualitymark*.
- Rizzon, F., Nodari, C. H., & dos Reis, Z. C. (2015). Desafio no gerenciamento de resíduos em serviços públicos de saúde. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*, 4(1), 40-54.
- Sanches, C. S. (2000). Gestão ambiental proativa. *Revista de Administração de Empresas*, 40(1), 76-87.
- Sisinno, C. L. S., & Moreira, J. C. (2005). Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. *Cadernos de saúde pública*, 21, 1893-1900.
- Vilela Junior, A., & Demajorovic, J. (2006). Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações. In *Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. Bookman editora.

Metabolismo urbano e gestão de resíduos sólidos no contexto sustentável das cidades

Rafaela Cajado Magalhães
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
rafaela.cajado0105@gmail.com

Ana Cristina Batista dos Santos
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
ana.batista@uece.br

Hermano José Batista de Carvalho
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
hermano.carvalho@uece.br

Breno Buarque
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
brenno_buarque@hotmail.com

Herus Orsano Machado
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
herus.machado@ifma.edu.br

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de compreender a influência do conceito de Metabolismo Urbano (MU) nas estratégias utilizadas para a gestão de resíduos sólidos em duas cidades da Região Metropolitana de uma capital do nordeste brasileiro. A metodologia utilizada foi de cunho qualitativo, por meio da análise de conteúdo de 4 entrevistas individuais realizadas em profundidade. Na análise dos resultados, verificou-se que a influência do conceito de MU nas estratégias utilizadas para a gestão de resíduos sólidos nas cidades estudadas é mínima ou ausente, visto que, os gestores públicos envolvidos estão alheios, ou pouco sabem a respeito do conceito em estudo, demonstrando, portanto, uma visão reducionista da gestão de resíduos sólidos. Assim, limitam suas práticas ao serviço de coleta e disposição final de resíduos sólidos.

Palavras-chave

Metabolismo Urbano; fluxo de materiais e energia; gestão de resíduos sólidos; gestores públicos.

1. Introdução

Resíduos sólidos estão presentes desde os primórdios, sendo comumente denominados “lixo” (DE ANDRADE; FERREIRA, 2011). A vida em sociedade envolve consumo e descarte de produtos essenciais e supérfluos. O nível de consumo é influenciado por expansão urbana e avanço tecnológico, combinados ao crescimento populacional. O meio ambiente tem sofrido transformações e intervenções, associadas ao rápido ciclo *inputs-outputs* provenientes do consumo intensificado.

As discussões políticas sobre a gestão de resíduos sólidos como um dos grandes problemas de gerenciamento urbano foram intensificadas no início do século XX, quando as indústrias aumentavam suas produções, orientadas pela ascensão social, advinda da Revolução Industrial. Esse cenário foi relatado na Assembleia Geral da ONU, em 22 de dezembro de 1989 e resultou na criação da Resolução nº 44/228 que defende o desenvolvimento de estratégias para cessar ou reduzir os efeitos da degradação ambiental no mundo (CASTRO; DE ARAUJO, 2004). Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento - ECO-92, durante as discussões da *Agenda 21*, foi definido que os problemas relacionados à gestão de resíduos sólidos deveriam ser fundamentados em quatro pontos, para o desenvolvimento de estratégias eficientes, sendo eles: a diminuição dos resíduos produzidos; a maximização da reutilização e reciclagem dos resíduos; a promoção da disposição e do tratamento; e a ampliação da cobertura no serviço de coleta de resíduos (CASTRO; DE ARAUJO, 2004).

No Brasil, em 2010, o governo federal sancionou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305, de 2010 –, tendo como finalidade disciplinar as diretrizes relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos, considerando a gestão integrada como uma estratégia essencial. A PNRS também define as responsabilidades dos geradores de resíduos sólidos e a atuação do poder público frente aos instrumentos econômicos aplicáveis (DA ROCHA; ROCHA; LUSTOSA, 2017). Na visão de alguns autores, a PNRS apresenta problemas para sua efetiva aplicação, destacam-se a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional e de gerenciamento de muitos municípios brasileiros, especialmente os de pequeno porte (HEBER E SILVA, 2014). Para enfrentar esses desafios, essa lei estabelece diretrizes de gestão compartilhada, como a formação de consórcios intermunicipais de gerenciamento dos resíduos sólidos. (MAIELLO; BRITTO; VALLE, 2018).

No que concerne à esfera ambiental, percebe-se uma lacuna de conhecimento a respeito da real extensão do impacto causado pelas atividades urbanas sobre os sistemas naturais (KUHN; SATTLER; MAGNUS, 2017). Nesse aspecto, destaca-se o alto nível de gravidade relacionado a dados como os da produção média de 80 mil toneladas diárias de resíduos sólidos, em 2015, no Brasil (ONUBR, 2016). Conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado em 2016, 59,7% dos municípios brasileiros destinam seus resíduos sólidos em locais impróprios (ABRELPE, 2016).

Esta pesquisa aborda a problemática da gestão de resíduos nas cidades baseada na corrente teórica do MU (MU), que considera a análise da cidade como um organismo vivo, onde os fluxos de entrada e saída de materiais e energia associados às atividades de produção e consumo são sistemáticos, tornando-se necessário compreender o funcionamento desses fluxos para a adoção de um modelo de gestão adaptativa (GALVÃO; MARINHO; MIRANDA, 2017).

A pesquisa foi norteadada pela questão: qual a influência do conceito de MU nas estratégias de gestão de resíduos sólidos em cidades da Região Metropolitana de uma capital do nordeste brasileiro? Diante desse questionamento têm-se como objetivo compreender a influência do conceito de MU nas práticas de gestão de resíduos sólidos em cidades da Região Metropolitana de uma capital do nordeste brasileiro.

Este artigo está dividido em cinco seções, além desta Introdução. Consecutivamente, a literatura é revisada abordando-se duas temáticas: Gestão de Resíduos Sólidos e suas Políticas de Gestão; MU e a Análise dos Fluxos de Materiais (AFM). A metodologia, onde se detalha a Abordagem e Tipologia da pesquisa, as Técnicas de Coleta e Análise de Dados e o Perfil do

Objeto de Estudo. Os resultados da pesquisa de campo, analisados em: Práticas de Gestão de Resíduos Sólidos; Percepção dos Servidores sobre o Conceito de MU; Relação entre a Percepção de MU e Práticas de Gestão de Resíduos Sólidos.

1.1. Gestão de resíduos sólidos (GRS) e suas políticas de gestão

Resíduo sólido é conceituado como “todo e qualquer material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a esse ato” (IBAM, 2001, p.25). Já para Demajorovic (1995), lixo e resíduos sólidos diferenciam-se conceitualmente. O primeiro não apresenta finalidades além do descarte; já o resíduo sólido apresenta valor econômico agregado, por estimular o reaproveitamento.

De acordo com o Banco Mundial, em 2016, a produção mundial de resíduos sólidos urbanos (RSU) atingiu, em média, 2,01 bilhões de toneladas. Os países desenvolvidos são responsáveis pela produção de, em média, 34% dos resíduos do mundo, fato contrastante com o número de habitantes desses países, já que os mesmos representam, apenas, 16% da população mundial (ONUBR, 2016).

Para De Andrade e Ferreira (2011) a gestão eficiente dos resíduos sólidos em uma cidade necessita que a coleta englobe mais de 90% da população continuamente, atingindo uma média de três vezes por semana; além de enfatizar a importância da limpeza pública para a manutenção satisfatória dos logradouros e o depósito dos resíduos em locais adequados, por exemplo em aterros sanitários.

No entanto, a visão de alguns autores contesta que a eficiência da gestão dos resíduos se resume a coleta e disposição final dos mesmos, visto que, a quantidade de resíduos depositados tem atingido números assustadores, provocando grandes impactos ambientais e econômicos para as cidades, que investem muitos recursos na manutenção da coleta desses resíduos. Demajorovic (1995, p.90) defende que a Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) deve priorizar um “*ecological cycle management*, ou seja, a montagem de um sistema circular, onde a quantidade de resíduos a serem reaproveitados, dentro do sistema produtivo, seja cada vez maior e a quantidade a ser disposta, menor”. O autor ainda afirma que, ao invés de reciclar os resíduos gerados, é prioritário reutilizá-los, citando como fator importante o reaproveitamento da energia proveniente dos mesmos.

Os sistemas de GRS nos países apresentam variações que dependem de diversos fatores relacionados ao nível de desenvolvimento dos mesmos. Segundo Bruce (1995), as estratégias de GRS utilizadas pelos países desenvolvidos são pautadas em um sistema hierárquico de etapas que compreende a minimização, a reutilização, a reciclagem, a recuperação da energia proveniente do processo de incineração e a disposição final em aterros sanitários. O funcionamento desse sistema exige um alto nível de complexidade para as políticas de GRS nesses países.

No Brasil, as políticas de GRS apresentam uma realidade divergente dos métodos utilizados nos países desenvolvidos. Apesar da produção de resíduos ser, relativamente, menor do que a produção nos países centrais, é notória a ineficiência nesse tipo de gestão, demonstrada através da visível precariedade da limpeza pública. Além disso, deve-se salientar a grande diferença entre as estruturas e metodologias utilizadas na limpeza pública de grandes centros urbanos e dos pequenos municípios brasileiros, caracterizada, principalmente, pela carência de unidades de tratamento dos resíduos nos municípios de pequeno porte (DE

ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Em relação à disposição final, cerca de 59,01% ou 42,3 milhões de toneladas dos resíduos sólidos coletados são dispostos em aterros sanitários. Dos 5.565 municípios brasileiros, 3.352 municípios ainda despejam os resíduos coletados em locais inadequados, como lixões ou aterros controlados, que não possuem sistema de tratamento para a proteção do solo e do meio ambiente, totalizando uma porcentagem exorbitante de 40,9% dos resíduos coletados. No tocante aos recursos investidos para a GRS pelos municípios, em 2017, totalizaram cerca de R\$ 28,5 bilhões de reais no país (ALBREPE, 2017, p.14).

O país tem buscado agir em busca da eficiência nesse tipo de gestão, através da criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, que destaca-se no cenário político internacional por propor ações desafiadoras para a gestão urbana, no que concerne a implementação de diretrizes relativas à gestão integrada, incluindo a responsabilização do setor público, do consumidor, do cidadão e do setor privado na adoção de estratégias que busquem minimizar os impactos negativos da geração de resíduos sólidos para o contexto socioambiental, além de estimular o uso de mecanismos econômicos sustentáveis (Da Rocha; Rocha; Lustosa, 2017).

1.2. Mu e a análise dos fluxos de materiais (AFM)

As cidades são conceituadas como “organismos que consomem recursos de seus arredores e excretam resíduos. As cidades transformam matérias-primas, combustível e água para o ambiente construído, biomassa humana e resíduos” (Decker et al., 2000). Dentre as abordagens da gestão socioambiental, a corrente do MU defende que os sistemas urbanos, analogamente aos naturais, apresentariam um metabolismo (KUHN; SATTLER; MAGNUS, 2017), conceituando-se MU como “a quantificação das características metabólicas de áreas urbanas, a partir da troca de recursos entre uma unidade urbana em particular e suas regiões de suporte” (Wolman, 1965).

O referido termo, ainda pode ser definido como, “a soma total dos processos técnicos e socioeconômicos que ocorrem nas cidades, resultando em crescimento, produção de energia e eliminação de resíduos” (Kennedy *et al.*, 2007). Para Deilmann (2009), a abordagem do MU pode ser debatida a partir da perspectiva do consumo de recursos e geração de resíduos, inerentes às características de cada cidade.

Os estudos sobre conceito de MU tiveram início com o trabalho de Wolfman, em 1965. Em sua pesquisa, o autor teve como objetivo quantificar os fluxos de entrada e saída sobre o uso de diversos recursos como, água, combustíveis e alimentos, resíduos sólidos e gasosos em uma cidade americana hipotética de um milhão de pessoas (White, 2002). Os trabalhos que sucederam o estudo de Wolfman foram desenvolvidos em três cidades reais, sendo elas: Tóquio (Hanya E Ambe, 1976), Bruxelas (Duvigneaud, Denayeyer-De Smet, 1977) E

Hong Kong (Newcombe *et al.*, 1978), tendo como característica principal a abordagem interdisciplinar, resultante do diferente perfil profissional dos pesquisadores, sendo eles, respectivamente, engenheiros químicos, ecologistas e engenheiros civis.

Chen e Chen (2015) defendem que as cidades modificam a organização social de energia e materiais com as suas intensas atividades de consumo e produção. Desse modo, a sustentabilidade do sistema deve estar em constante processo de aperfeiçoamento e adaptação, no qual o conceito de MU atua como uma ferramenta importante na busca por eficiência metabólica no sistema urbano (Chen; Chen, 2015).

O MU de uma cidade pode ser estudado através de diversas abordagens e metodologias. A Análise dos Fluxos de Materiais (AFM) tem como objetivo quantificar os fluxos de materiais e energia em uma cidade, focando, principalmente, nos materiais, visto que apresentam uma característica decisória para a sustentabilidade dos sistemas urbanos (Brunner, 2007).

Daniels e Moore (2001) consideram a AFM “uma abordagem, visto que, sem ser associada a procedimentos específicos, se apresenta como uma estrutura aberta a um escopo e aplicação genérico” (KHUN, 2014, p.49). Para ConAccount, projeto fundado pela Comissão Europeia, entre 1996 e 1997, com o intuito de estudar o MU, incluindo os segmentos empresa e sociedade, em diversos níveis, a AFM atua como uma cobertura a diversas abordagens, já que, dispõe de múltiplas metodologias e meios de investigação (Khun, 2014).

Segundo Obernosterer *et.al.*, (1998) a AFM atua examinando os fluxos de matérias e estoques dentro de um sistema, seja ele, local e isolado ou amplo e complexo. Além disso, avalia o resultado desses fluxos em relação a outros sistemas. Desse modo, demonstra sua importante utilidade para avaliar as inter-relações entre as cidades e seus entornos. Niza e Ferrão (2005) defendem que a análise estatística dos fluxos de materiais de um sistema não implica, somente, na avaliação de *inputs* e *output*s, já processados, mas contribui para a estimativa das tendências de consumo desse sistema, e por isso, deve ser considerado um método de desagregação de dados eficiente para a dinâmica do MU.

A AFM, no contexto das cidades, é composta por duas vertentes principais: (1) Análise dos Fluxos Totais de Materiais (AFMT), responsável por quantificar os fluxos mais amplos presentes no sistema; e (2) Análise dos Fluxos de Substâncias (AFS²), que atua, na quantificação dos fluxos de substâncias específicas dentro das fronteiras do sistema em estudo (Binder; Van Der Voet; Rosselot, 2009).

2. Metodologia

2.1. Técnicas de coleta e Análise de Dados

O tipo de instrumento utilizado foi a entrevista semiestruturada “cujo sistema de coleta de dados consiste em informações diretamente do entrevistado” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 195). O roteiro de entrevista norteou a pesquisa com base nos seguintes tópicos-guia: i) dados de identificação do gestor; ii) questionamentos sobre a Secretaria em que o gestor entrevistado atuava no setor público; iii) perguntas relacionadas à GRS dos municípios em questão; iii) perguntas sobre o tema “MU”, com o uso de uma foto figurativa e do termo em questão escrito em um papel, como elementos estímulo (Apêndice A) que, segundo Albandes-Moreira (2002), quando apresentados ao entrevistado atuam simultaneamente de forma ampla e focal como apoio no processo de entrevista; e iv) questionamentos que relacionaram a GRS e o tema “MU”. Vale ressaltar que as entrevistas foram gravadas com o consentimento dos entrevistados, conforme termo de consentimento e confidencialidade, assegurando o sigilo de suas identificações.

Em relação à análise de resultados das entrevistas foi realizada a análise temática de conteúdo que, segundo Vergara (2005), defende a definição de categorias quanto ao propósito da pesquisa. Para a compreensão do contexto em que os dados coletados estão inseridos é necessária a realização das seguintes etapas: i) categorização do tema em estudo, com o uso de unidades de contexto; ii) o processo de inferência na pesquisa, com a identificação de núcleos

de sentido necessários para a posterior classificação das unidades de contexto em temáticas; e iii) descrição e interpretação dos dados, que deve discutir o questionamento e os objetivos norteadores do estudo, em questão, com os temas advindos do campo (GOMES, 2002).

2.2. Perfil do Objeto de Estudo

A presente pesquisa foi realizada em dois municípios da região metropolitana de uma capital do nordeste brasileiro, identificados na pesquisa pelas letras “G” e “P”. A Região Metropolitana estudada é delimitada por uma área de 3.483 Km² (CPRM, 1998). O Estado em questão produz, em média, 9 mil toneladas por dia de resíduos sólidos (ALBREPE, 2016), o que ressalta a relevância deste estudo.

Para atingir os objetivos da pesquisa foram realizadas entrevistas com quatro gestores públicos que atuavam, direta ou indiretamente, na GRS das cidades metropolitanas G e P. Os entrevistados foram selecionados para participar da pesquisa por atuarem em cargos relacionados às secretarias municipais responsáveis pela GRS de cada cidade e por possuírem conhecimento técnico e histórico, de forma que, pudessem responder às questões relacionadas às estratégias desenvolvidas para a GRS nas cidades em questão. O quadro 01 mostra a caracterização dos entrevistados.

Quadro 01 – Caracterização dos Entrevistados

Sujeito	Sexo	Idade	Escolaridade	Cargo/Função	Tempo de Gestão	Tempo no Cargo
G1	M	28 anos	Mestre	Assessor técnico na autarquia de meio ambiente	7 anos	2 anos
G2	M	57 anos	Especialista	Secretário de Infraestrutura	1 ano e 10 meses	1 ano e 2 meses
P1	M	62 anos	Graduado	Secretário do Patrimônio, Serviços Públicos e Transportes	1 ano	6 meses
P2	F	24 anos	Especialista	Gestora (Secretaria do Patrimônio, Serviços Públicos e Transportes)	1 ano	10 meses

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

3. Resultados

3.1. Práticas de gestão de Resíduos Sólidos

As práticas de GRS têm sofrido mudanças estratégicas a fim de solucionar ou reduzir os problemas ambientais causados pelo aumento da produção de resíduos e seu contínuo acúmulo desordenado (DEMAJOROVIC, 1995). Diante dessa perspectiva teórica, verificou-se as seguintes práticas de GRS atuantes no município G, através do relato de G2:

Nós temos várias práticas de gestão que envolvem, varrição, coleta domiciliar, coleta industrial, coleta de construção civil. Tem esse manuseio que vai ser feito, tem o

depósito no aterro sanitário, os cuidados com as calhas, armazenamento onde já encontramos solo morto. Nós temos correção de solo, muita coisa, apagar muito incêndio... A gente tá fazendo manutenção através de uma empresa pra fazer os canais de drenagem, destinação de chorume, e uma chaminé de escape... Existem outros projetos pra aproveitar o manuseio do aterro, geração de energia, de substâncias que possam servir de adubo orgânico. Existe também, no nosso aterro, uma cooperativa de catadores de reciclagem, que nunca funcionou, mas que tá sendo revitalizada agora. A proposta nova que a gente tem é que a gente vai fazer uma reunião com eles pra gente poder fazer essa classificação a nível industrial (G2).

Em relação às práticas de GRS utilizadas na cidade X, G1 enfatizou as diversas dificuldades financeiras e sócio-políticas enfrentadas para o desenvolvimento de novas estratégias, demonstrando algumas deficiências não expostas na fala de G2, no que diz respeito à exposição de problemas enfrentados nesse tipo de gestão:

Hoje a gente se limita basicamente a tentar organizar uma infraestrutura e uma logística de coleta de resíduos e disposição final. Essa coleta, o máximo que a gente consegue oferecer à comunidade, infelizmente, é um período. Por exemplo, a coleta é periódica, que são determinados dias específicos. Mas a gente só consegue oferecer pela manhã ou à tarde, a gente não consegue oferecer na precisão de um horário, por exemplo de 10h às 11h. Por que essa informação é importante? Porque quando a gente não oferece isso para a comunidade, infelizmente, pela situação social do Brasil e por outros elementos, você tem a figura do agente ambiental, normalmente conhecido como catador, e quando ele não tá incorporado à coleta, muitas vezes eles acabam pegando esse material, eles rasgam e se espalha, isso dificulta demais a coleta. (...) Está havendo uma municipalização de demandas do governo federal, do governo estadual que estão passando cada vez mais obrigações para os municípios, hoje não está havendo mais os repasses de custeio na mesma proporção. Os municípios são responsáveis por educação básica, segurança, coleta de resíduos, saúde, sendo que os repasses não se alteram, então fica muito comprometido o orçamento... É verdade que quem atua na área, se vê sozinho nessa batalha. A sociedade vê só uma parte da problemática, mas a problemática é mais profunda (G1).

Os relatos mencionados acima corroboram com as diretrizes da PNRS que defendem a responsabilização mútua entre governo e sociedade a respeito de assuntos relacionados à GRS, não se restringindo, apenas, ao pagamento de impostos pela comunidade, mas dando espaço a uma conscientização social, onde os cidadãos compartilham soluções para essa problemática (DA ROCHA; ROCHA; LUSTOSA, 2017).

Em contrapartida, os entrevistados relataram que as estratégias de GRS, atualmente, estão bastante restritas ao serviço de coleta e disposição final dos resíduos, e isso deve-se ao alto nível de complexidade desses serviços, como descrito abaixo por P2:

(...) então a gente conta aqui com caminhão compactador, com caçamba e a gente vai até quando, de acordo com, o tanto de produção daquela comunidade, o tanto que, é, a questão das estradas mesmo, a questão do acesso, a questão da própria cultura daquela comunidade, ela produz mais o quê, é questão de poda, é questão de lixo domiciliar, é uma área que a gente percebe que tem muita construção, que tá crescendo muito, e gera

muito entulho, então a gente procura conhecer, identificar quais são as principais necessidades de cada área dessa e aí a gente divide “o município P”, no nosso mapa aqui de coordenação, em seis regiões; a “região X” a gente dividiu em duas áreas, porque realmente é uma das maiores produtoras de resíduos sólidos por conta do tamanho da população que lá vive; a gente dividiu a faixa litorânea toda, como outra região porque é muito extensa, a gente tem também a área da sede, que a gente considera centro, os principais bairros ao redor; a gente tem também a questão do sertão e da serra; então a gente dividiu o grande município nessas áreas e aí a gente todos os dias, a gente programa atender qual bairro a gente vai, claro, já tem os caminhos que já tem as suas rotas fixas que a gente nunca muda... (P2)

No que se refere à administração do aterro sanitário da cidade, foi possível identificar a atuação de uma empresa terceirizada para a administração do mesmo. Na fala de P1 é citada a parceria entre a empresa “B” e o município: “Aqui dentro do município “P”, ali na BR, tem um aterro sanitário, que por sinal, é gerenciado pelo grupo B né, onde, todos os resíduos sólidos do município P e A ... são despejados lá” (P1). Na sequência, P2 descreve essa parceria em detalhes:

(..) temos a fiscalização da prefeitura lá, em nosso território, então a gente tem tanto, o dever quanto o direito de tá lá dentro fiscalizando e também tem a administração de uma empresa particular, no caso é o grupo B e da prefeitura de A, então esses três... ficam na questão da coordenação do aterro (P2).

Diante dos relatos expostos de P1 e P2, é possível perceber a complexidade dos fatores envolvidos no processo de GRS do município, onde a extensa concentração populacional atua como uma variável dificultadora do processo, além da necessidade de maiores investimentos urbanos e sociais.

Os resultados provenientes das falas dos gestores dos dois municípios corroboram com a afirmação de Bruce (1995) que enfatiza a necessidade de cooperação de vários fatores para a efetiva realização das etapas do sistema, entre eles: um extenso período de investimentos em infraestrutura urbana e um elevado nível de instrução social, responsável pelo estímulo de participação da população nas políticas utilizadas por esse tipo de gestão.

3.2. Relação entre Percepção de Metabolismo Urbano e Práticas de Gestão de Resíduos Sólidos

Nesta seção realiza-se uma análise referente ao conceito de MU, identificado através das falas dos entrevistados na seção anterior, e descrito, nesta pesquisa, por meio de autores referenciados na bibliografia, em relação às práticas de GRS atuantes nas cidades metropolitanas G e P.

De acordo com a fala de G2, foi possível analisar expressões que denotaram extrema importância, no que diz respeito à adoção de uma visão sistemática na GRS. Notou-se também, a dificuldade de atuação dessa visão, hoje, que para o gestor entrevistado ainda é comumente tratar como algo utópico, porém, para ele o surgimento de uma nova visão remete a grande importância:

Eu acho que devia ser simbiótica. Se você tiver uma simbiose, biologicamente falando, um necessita do outro. O resíduo sólido é necessário? É, porque eu só desenvolvo a

cidade se eu tiver trabalho... A cidade quando faz uma pavimentação, gera também resíduos. Um hospital gera resíduos, um jardim gera resíduos, um animal gera resíduos. A junção desse amontoado de resíduos, diz respeito a como a cidade gira e como a cidade vive. E isso diz respeito muito há como você administra esse resíduo sólido, como você faz a manutenção do seu aterro sanitário, como você faz a classificação do que você tá colhendo e, principalmente, como você interage com os habitantes. O pessoal diz assim: isso é muito utópico, isso é muito filosófico. Você pode mudar alguma coisa através de uma filosofia nova (G2).

No que se refere à fala de G1, demonstrou-se de forma superficial a relação percebida por ele, entre a GRS e o conceito de MU. Enfatizando que hoje essa relação apresenta um caráter deficiente:

Quando a gente fala de resíduos sólidos, a ideia de metabolismo, a gente pode imaginar a questão da qualidade dos rejeitos que são produzidos. (...) E hoje no Brasil, não só na cidade x, a gente tem muita dificuldade na disposição desses rejeitos, a gente não consegue metabolizar o tanto com qualidade, que no caso seria a reciclagem desses nutrientes. Pode-se reciclar hoje, há técnicas fáceis de reciclar papel, vidro, plástico, metais em geral, e em construção civil, que isso a gente não faz porque existem nutrientes que são perdidos. E desses nutrientes que são perdidos juntos com outros que não podemos, até material orgânico poderia ser, a gente tem soluções como compostagem. Tudo isso poderia não ser lançado no ambiente, não precisaria ser excretado, mas infelizmente ocorrendo a excreta dele, a dificuldade de correr atrás da escolha certa, aí você vê o lançamento deles, a construção de lixões. Então essa é uma relação de metabolismo e resíduos sólidos (G1).

Em relação aos relatos dos entrevistados do município “P”, verificou-se a partir da fala do sujeito P1 uma contrariedade de percepção com a real influência do conceito de MU, registrado na literatura. Para esse sujeito, a relação entre as práticas de GRS utilizadas na cidade e o conceito de metabolismo se resume a atuação social, onde o mesmo responsabiliza o contexto social pelas deficiências presentes na GRS, como exposto abaixo:

O conceito que eu tenho, é que enquanto o ser humano não se conscientizar e puder ajudar ao meio ambiente, ao próximo e a si mesmo, não vai mudar. Eu tenho exemplo aqui no nosso município, a gente limpa, aqui agora, com meia hora depois, talvez não vá nem tudo isso, às vezes, com dez minutos que o carro tá passando, a gente tá vendo, um carro ali na frente da gente, a pessoa tá jogando lixo. Enquanto não se conscientizar, pode ter certeza que a coisa não vai funcionar. (P1)

Em contrapartida, o sujeito P2 faz referência à relevância das necessidades particulares do município para a elaboração de estratégias de GRS. Desse modo, demonstra de forma detalhada o seu entendimento a respeito das práticas de GRS utilizadas na cidade e o conceito de MU, antes relatado.

Eu acho que eu vou acabar voltando um porquinho pra aquela questão que eu disse que a gente dividiu “o município P” de acordo com o que a gente percebeu de necessidade

no município né, porque assim, o, resíduo sólido, ele tá muito interligado também a economia... A gente percebe no resíduo sólido, até mesmo porque, por exemplo, numa área que ela é mais urbanizada, que tem um poder aquisitivo mais elevado, você percebe um tipo de resíduo diferenciado do que numa área que não é tão urbanizada, onde você percebe mais resto de comida orgânica, referentes ao consumo básico porque essas pessoas só tem dinheiro pra comprar essas coisas, enfim, a sua comida, então o MU, ele tá muito gerado assim, com a questão da economia que tá vinculada com a questão de produção de resíduo sólido, tanto de gerar mais, quanto, que tipo de resíduo vai tá sendo gerado. (P2)

Diante do relato anterior, o sujeito enfatiza, por diversas vezes, a ligação da GRS com a economia do município, exemplificando que as características socioeconômicas influenciam na quantidade e no tipo de resíduo gerado pela população. Tal afirmação corrobora com a abordagem da literatura do conceito de MU baseado no contexto em que a economia atua como um subsistema ambiental, onde o fluxo de materiais e energias determinam as relações existentes entre os dois componentes desse sistema, a economia e o meio ambiente (DALY, 1996). É válido por em evidência que todos os entrevistados não relacionaram a GRS de seus municípios à necessidade de quantificação dos fluxos de materiais e energias provenientes do funcionamento da cidade.

Conclui-se que não há um alinhamento das práticas de GRS com o conceito de MU, nas cidades estudadas. Tal afirmação é referenciada pela quase ausência total de estratégias relacionadas ao estudo aprofundado dos fluxos de materiais e energia provenientes do município. Desse modo, não houve identificação de metodologias, como a Análise do Fluxo de Materiais - AFM, validada pela corrente teórica do MU, que defende a atuação da AFM no estudo dos fluxos de matérias e estoques dentro de um sistema, seja ele, local e isolado ou amplo e complexo, colaborando, também, para o resultado dos fluxos em relação a outros sistemas (NIZA; ROSADO; FERRÃO, 2009).

4. Conclusões

A pesquisa visou compreender qual a influência do conceito de MU nas estratégias de GRS atuantes em duas cidades da região metropolitana de uma capital do nordeste brasileiro. A respeito da percepção dos servidores públicos sobre o conceito de MU, concluiu-se a ausência total do conhecimento prévio dos gestores a respeito do conceito de MU, onde a maioria dos entrevistados relacionou o mesmo ao funcionamento do metabolismo humano, enfatizando que suas falas correspondiam a um “relato de conhecimento de mundo”. A ausência do conhecimento técnico pode influenciar de forma significativa no não desenvolvimento de estratégias, com base nesse conceito.

Sobre a análise da relação entre o conceito de MU e as práticas de GRS utilizadas percebeu-se, através das análises dos conteúdos provenientes das entrevistas, a relação mínima ou ausente entre as práticas de GRS utilizadas nos municípios estudados e o conceito de MU nas estratégias utilizadas para a GRS nas cidades G e P, não sendo possível identificar a presença de metodologias validadas pelo conceito em questão.

A pesquisa visou contribuir para a gestão socioambiental das cidades, no que concerne ao gerenciamento de resíduos sólidos, a fim de que as políticas públicas visem à estabilização do volume final de resíduos a serem dispostos em longo prazo, estimulados pela busca de um

sistema de GRS eficiente, baseado no conceito de MU. Além disso, buscou contribuir com a literatura, no tocante ao conceito de MU aplicado à gestão socioambiental, já que existem poucas pesquisas brasileiras na área.

As limitações da pesquisa referem-se à realização de poucas entrevistas, justificadas pelo baixo número de gestores públicos responsáveis pela GRS nas cidades metropolitanas pesquisadas, agravado pela atuação no campo de estudo abrangendo apenas duas cidades da região metropolitana. Desse modo, sugere-se a ampliação do campo de estudo, com a finalidade de aprofundar a pesquisa.

5. Referências

- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). (2015). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). (2016). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). (2017). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.
- De Andrade, R. M., & Ferreira, J. A. (2011). A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. *Rede-Revista Eletrônica do PRODEMA*, 6(1).
- Binder, C. R., Van Der Voet, E., & Rosselot, K. S. (2009). Implementing the results of material flow analysis: progress and challenges. *Journal of Industrial Ecology*, 13(5), 643-649.
- Brasil. Senado Federal Brasileiro (2018). *Aumento da produção de lixo tem custo ambiental*. Recuperado de <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/mundo-rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano>.
- Brasil. Senado Federal Brasileiro (2018). *Rumo a 4 bilhões de toneladas por ano*. Recuperado de <http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/materia.html?materia=rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano.html>
- Bruce, J. H., & International Solid Waste Association. (1994). Urban waste management: past, present and future perspectives. In *International directory of solid waste management 1994/5: the ISWA yearbook* (pp. 30-7). ISWA.
- Brunner, P. H. (2007). Reshaping urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 11- 13.)
- Castro, B. A., & de Araújo, M. A. D. (2004). Gestão dos resíduos sólidos sob a ótica da Agenda 21: um estudo de caso em uma cidade nordestina. *Revista de Administração Pública*, 38(4), 561- 588.
- Chen, Shaoqing & Chen, Bin. (2015). Sustainable Urban Metabolism. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/275966566_Sustainable_Urban_Metabolism. doi 10.1081/E-EEM-120053897.
- Da Rocha, S. M., de Castro Rocha, R. R., & Lustosa, K. B. (2017). Política Brasileira de Resíduos sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de palmas-to. *revista esmat*, 9(13), 29-44.
- Daly, H. E. (1997). *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Beacon Press. Daniels, P. L., & Moore, S. (2001). Approaches for quantifying the metabolism of physical economies: Part I: Methodological overview. *Journal of Industrial Ecology*, 5(4), 69-93.
- De Andrade, R. M., & Ferreira, J. A. (2011). A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. *Rede-Revista Eletrônica do PRODEMA*, 6(1).
- Decker, E. H., Elliott, S., Smith, F. A., Blake, D. R., & Rowland, F. S. (2000). Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual review of energy and the environment*, 25(1), 685-740.
- Deilmann, C. (2009). Urban metabolism and the surface of the city. In *Guiding Principles for Spatial Development in Germany* (pp. 1-16). Springer, Berlin, Heidelberg.
- da Silva Della, C., de Arruda, A. C. R., Junior, A. P. S., & Bonacim, C. A. G. Eficiência do serviço de coleta e processamento de resíduos sólidos: aplicação da análise envoltória de dados (dea) em municípios brasileiros.
- Demajorovic, J. (1995). Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos as novas prioridades. *Revista de Administração de Empresas*, 35(3), 88-93. Deslauriers, J. P., & Kérisit,

- M. (2008). O delineamento de pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos, 2, 127-53.
- Duvigneaud, P., & Denayer-De Smet, S. (1977). L'ecosystème urbain bruxellois.
- De Oliveira Galvão, C., Marinho, S. D. A. M., & de Miranda, L. I. B. Metabolismo urbano como ferramenta de suporte à gestão da água nas cidades..
- Girardet, H. (1992). The Gaia Atlas of Cities: new directions for sustainable urban living. UN- HABITAT.
- Bandeira-De-Mello, R. (2006). Softwares em pesquisa qualitativa. Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos. São Paulo, SP: Saraiva.
- Minayo, M. C. (2002). Pesquisa social: teoria e método. Ciência, Técnica.
- Hanya, T., & Ambe, Y. (1977). A study on the metabolism of cities. In Science for Better Environment Proceedings of the International Congress on the Human Environment (HESC) Kyoto (1975) (pp. 228-233). HESC: Tokyo, Japan.
- Heber, F., & da Silva, E. M. (2014). Institucionalização da política nacional de resíduos sólidos: Dilemas e constrangimentos na região metropolitana de Aracaju (SE). Revista de Administração Pública, 48(4), 913-937.
- de Resíduos, M. D. G. I. (2001). Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., & EngelYan, J. (2007). The changing metabolism of cities. Journal of industrial ecology, 11(2), 43-59.
- Kuhn, E. A. (2014). Metabolismo de um município brasileiro de pequeno porte: o caso de Feliz, RS.
- Kuhn, E. A., Sattler, M., & Magnus, L. (2017). Contribuições do conceito e da abordagem de metabolismo urbano para a avaliação do custo das decisões ambientais. Revista Thésis, 2(3). Maiello, A., de Paiva Britto, A. L. N., & Valle, T. F. (2018). Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista de Administração Pública, 52(1), 24-51.
- LAKATOS, E., & MARCONI, M. D. A. (2010). Fundamentos de metodologia científica.(7. ° ed.) São Paulo: Atlas.
- Newcombe, K., Kalma, J. D., & Aston, A. R. (1978). The metabolism of a city: the case of Hong Kong. Ambio, 3-15.
- Niza, S., & Ferrao, P. (2005, June). Material flow accounting tools and its contribution for policy making. In International Conference of the European Society for Ecological Economics (pp. 14- 17).
- Niza, S., Rosado, L., & Ferrao, P. (2009). Urban metabolism: methodological advances in urban material flow accounting based on the Lisbon case study. Journal of Industrial Ecology, 13(3), 384-405.
- Obernosterer, R., Brunner, P., Daxbeck, H., Gagan, T., Glenck, E., Hendriks, C., ... & Reiner, I. (1998). Materials accounting as a tool for decision-making in environmental policy. Urban metabolism of Vienna. Technical University of Vienna. Vienna.
- Programa das nações unidas para o desenvolvimento no Brasil – ONUBR (2016, abril). *Desenvolvimento sustentável*. Recuperado de <http://www.br.undp.org>.
- Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza-Projeto SINFOR. Diagnostico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza. (v. 1). Série ordenamento territorial. Fortaleza.
- Silva, S. R. M. (2000). Indicadores de sustentabilidade urbana as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável.
- Vergara, S. C. (2005). Métodos de pesquisa em administração. Atlas. White, R. R. (2002). Building the ecological city. Elsevier.
- Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. Scientific American, 213(3), 178-193.

Inovação em serviços para mobilidade ativa na cidade de São Paulo

Silvia Stuchi Cruz

Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

silviastuchi@usp.br

Sonia Regina Paulino

Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

sonia.paulino@usp.br

Resumo

O artigo tem o objetivo de investigar iniciativas de mobilidade ativa na cidade de São Paulo e seu alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Com base na aplicação do modelo da inovação em serviços baseado em características são consideradas três experiências implementadas em São Paulo. Verifica-se que a inovação nos serviços prestados pela prefeitura ocorreu basicamente no tratamento da infraestrutura viária para pedestres. Sobre as novas competências e técnicas do prestador, as iniciativas contribuíram para o desenvolvimento de competências no setor público para utilização de metodologias de avaliação de impacto e metodologia de leitura urbana, trazendo uma visão sistêmica sobre os usos e dinâmicas locais e aspectos comportamentais dos usuários. Tais competências estão associadas ao urbanismo tático como técnica para intervenções urbanas temporárias. Na análise proposta, os usuários são contemplados a partir de associações da sociedade civil que atuam em mobilidade ativa e destacam-se as competências relacionais e organizacionais, a partir da gestão do relacionamento multiagentes. Conclui-se que houve o aprofundamento da capacidade técnica e operacional para implantação das intervenções *in loco* alinhado ao ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis. No entanto, até o momento as intervenções se restringiram à alteração do limite de velocidade dos veículos e sinalização horizontal para identificação do perímetro dessas áreas. Portanto, aponta-se grandes potencialidades para a continuação da introdução de inovações para aprimoramento e ganho de escala dos serviços públicos para transporte não motorizado em consonância com o paradigma da mobilidade urbana sustentável.

Palavras-chave:

Mobilidade Urbana Sustentável, Mobilidade Ativa, Inovação, Serviços Públicos

1. Introdução

A busca pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) exige transformações radicais para o alcance das ambiciosas metas estabelecidas (IPEA, 2018), requerendo uma cooperação entre atores, disciplinas e perspectivas, e também a geração e aplicação de novos conhecimentos (UNescap, 2017). Neste sentido, na suposição de que as transições de sustentabilidade são oportunidades valiosas para estimular a inovação em serviços, sendo um dos tipos mais proeminentes de inovação a ser considerado, deve-se contemplar uma abordagem holística, envolvendo várias partes interessadas e questões ambientais, sociais e

econômicas (Calabrese et al., 2018a; 2018b). A gestão do setor de transportes pode contribuir para o alcance do ODS Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11) se os pilares econômico, social e ambiental do desenvolvimento sustentável forem integrados à políticas, planejamento e à operação dos transportes.

Há uma ampla gama de definições para mobilidade urbana sustentável e a dificuldade de se obter uma definição única deve-se ao fato de que o transporte não pode ser visto de forma isolada dos demais âmbitos da sociedade (Gudmundsson, 2004; Boareto, 2003), o que significa que a sustentabilidade dos sistemas de transportes deve ser considerada como parte das mudanças em todo sistema socioeconômico, levando-se em conta características locais. A mobilidade urbana é sustentável quando visa minimizar e mitigar os impactos ambientais e quando há o acesso universal de toda a população à cidade e oportunidades, contribuindo-se para o desenvolvimento econômico e social (Gomide e Galindo, 2013). No que tange à mobilidade urbana, a ascensão das megacidades coloca grandes desafios de diversas naturezas, que não se restringem aos sistemas de transporte (aumento da motorização, oferta e investimentos no espaço viário) incluindo também aspectos que se referem ao uso e ocupação do solo, tecnológicos, socioeconômicos e ambientais, ou seja, há de se discutir para além do uso do automóvel, alternativas de transporte público e coletivo e o incentivo ao transporte ativo integrado aos demais meios de transporte e para a micromobilidade (deslocamentos a pequenas distâncias) (Brasil, 2018).

É importante ressaltar o papel dos mecanismos de governança participativa que buscam envolver os cidadãos nas tomadas de decisão sobre a distribuição de fundos públicos entre comunidades, conformação de políticas públicas, bem como no acompanhamento e avaliação das despesas governamentais. No Brasil, como exemplos de participação da sociedade no segmento de mobilidade urbana, podem ser citados: a criação de câmaras temáticas de mobilidade a pé e cicloviária, que são grupos de trabalhos dentro do Conselho Municipal de Trânsito e Transportes da cidade de São Paulo, com o objetivo de ampliar a participação para a construção de políticas públicas voltadas à mobilidade ativa por meio do diálogo entre representações de cidadãos, técnicos e assessores da Secretaria Municipal de Mobilidade, CET e SPTrans; a campanha “Bicicleta nos Planos”, realizada pelas associações Bike Anjo e UCB – União de Ciclistas do Brasil, que busca orientar a sociedade civil, técnicos municipais e decisores políticos para a inclusão da bicicleta como efetivo meio de transporte nos planos de mobilidade urbana - PlanMobs; a comissão técnica de Mobilidade a Pé e Acessibilidade da ANTP, que encabeçou no início de 2015 a elaboração de uma proposta de diretrizes para a mobilidade a pé na cidade de São Paulo (que foram parcialmente incorporadas ao PlanMob de SP, conforme estabelecido pela Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU).

A Pnmu (Lei 12.587/2012) define diretrizes atribuindo prioridade aos meios de transporte não motorizados e ao serviço público coletivo de transporte. Considera-se que esta é a primeira lei nacional que aborda a temática da mobilidade de modo mais abrangente na perspectiva da equidade, sustentabilidade e participação da sociedade (ANTP, 2017) por meio de órgãos colegiados, ouvidorias nas instituições responsáveis pela gestão do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, audiências e consultas públicas; e procedimentos sistemáticos de comunicação, de avaliação da satisfação dos cidadãos e dos usuários e de prestação de contas públicas (BRASIL, 2012). Os resultados positivos dependerão de uma interação, que envolve diferentes organismos, instituições e pessoas.

A Pnmu aponta explicitamente a “prioridade dos modos de transportes não motorizados

sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado” que é relevante para a “mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade”. Com isso aponta-se a relação entre mobilidade urbana sustentável e transporte ativo, colocando novos desafios na prestação de serviços públicos.

Isso posto, o artigo tem o objetivo de investigar iniciativas de mobilidade ativa na cidade de São Paulo e seu alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A abordagem utilizada, da inovação em serviços, propõe que um serviço pode ser definido como a mobilização de competências internas ou externas e técnicas internas ou externas (tangíveis ou intangíveis) para produzir as características finais do produto (bem ou serviço) (GALLOUJ e WEINSTEIN, 1997; GALLOUJ, 2002, GALLOUJ et al., 2013). E a prestação do serviço é marcada pela ocorrência de atividades, sendo que:

[...] uma atividade de serviço é uma operação destinada a provocar uma mudança no estado da realidade de C que é de propriedade ou utilizada pelo consumidor B, a alteração efetuada pelo prestador de serviços A a pedido de B e, em muitos casos, em colaboração com ele ou ela, mas não induzindo à produção de um bem que circula na economia independentemente de C (tradução livre de Gadrey, 2000, p. 375).

São consideradas três iniciativas na cidade de São Paulo - Área 40 de São Miguel Paulista; Área 40 de Santana e Rua Completa da Joel Carlos Borges. As três iniciativas, em consonância com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável Cidades e Comunidades Sustentáveis, visam melhorar as condições de segurança viária, de mobilidade ativa e acesso ao transporte público coletivo, além disso, potencialmente, podem auxiliar na redução dos níveis de ruído, na melhoria da qualidade do ar e redução das emissões de gases de efeito estufa. Após a introdução, a seção 2 aborda a mobilidade urbana sustentável como campo para inovação em serviços públicos; a seção 3 mostra a metodologia; por fim, nas seções 4 e 5 são apresentados os resultados e as considerações finais, respectivamente.

2. Mobilidade urbana sustentável como campo para inovação em serviços públicos

A mobilidade urbana sustentável é representada pelo deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano não apenas por veículos motorizados, mas também por modos não motorizados (Gudmundsson, 2004; Boareto, 2003). A incorporação de conceitos e políticas mais amplas de inovação é importante para que se explore o potencial da inovação em serviços no intuito de lidar com (e dar conta de) mobilidade e transporte. A adoção de uma lógica de serviço considera que várias partes interessadas estão engajadas na criação de valor, enquanto alcançam a sustentabilidade. Em consonância com essa perspectiva de inovação em serviços, podem-se desenvolver novas soluções baseadas em serviços para atender às diversas metas de desenvolvimento sustentável (ODS) definidas na Agenda 2030 (Paulino e Cruz, 2015; Cruz et al, 2017; Calabrese et al., 2018a; 2018b).

Esse tema é um importante impulsionador da inovação e confirma que os impactos da inovação vão muito além do conceito tradicional de “competitividade”, para incluir também problemas ambientais e sociais (Stare, 2011, 2013; Paulino e Cruz, 2015; Cruz et al, 2015;

Cruz et al, 2017). Trata-se de tema de natureza complexa, multiforme, sistêmica e muitas vezes conflitante (Djellal e Gallouj, 2015). Logo, não pode ser resolvido por um único ator - a inovação em serviços, por definição, se baseia em interações entre diferentes atores (STARE, 2011, 2013). Stare (2013) e Cruz e Paulino (2013) mostram que os desafios são ainda maiores em contextos das economias em desenvolvimento e emergentes, em um contexto de inovação substancialmente marcado pelo olhar da inovação tecnológica. Nas economias emergentes, os serviços públicos demandam inovações não apenas em termos de aumento de eficiência, mas também em relação à transparência e à capacidade de resposta às necessidades dos usuários/cidadãos (Mohnen e Stare, 2013; Paulino e Cruz, 2015; Cruz et al, 2015; Cruz et al, 2017).

Um dos fatores que fomentam o interesse em analisar inovação em serviços públicos é o reconhecimento do importante papel desempenhado por organizações do setor público no processo de inovação. Organizações públicas, portanto, já não se encontram restritas a um papel de mero apoiador do processo de inovação (Djellal e Gallouj, 2015; Gallouj et al., 2013). O setor público é também um sistema de serviços em que as inovações podem melhorar o desempenho destas atividades e, por fim, incidir na qualidade de vida dos cidadãos. Ao mesmo tempo, o setor público distingue-se por uma série de outras razões, pois influencia a vida cotidiana dos cidadãos de várias maneiras. Parte da natureza multifacetada e heterogênea do setor público é resultante de suas várias interfaces, tais como: 1) a sua interface com o setor privado; 2) a interface entre o setor público e os cidadãos, e 3) interfaces internas no setor público (níveis governamentais e entre as áreas de atividade) (Bugge et al., 2010). Observa-se que embora existam as modalidades de transferência da produção do serviço público para o setor privado, autarquias, organizações não governamentais (ONGs), organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIPs), entre outros, o setor público, como responsável pela provisão do serviço, deve assegurar que esta produção seja realizada de modo adequado.

Baseando-se na definição de inovação em serviços compreendida como uma atividade multiagente, a participação das partes interessadas torna-se essencial (BANISTER, 2008). Lehtonen e Tuominen (2013) enfatizam as preferências coletivas de cidadania, com a visão mais ampla do cidadão, não só como receptor do serviço público. Os autores ressaltam que é necessário diálogo ativo para negociar e intermediar serviços de acordo com as diferentes preferências dos cidadãos.

Uma vez que diferentes tipos de atores estão envolvidos no processo de inovação, a prestação de serviços em uma configuração multiagentes permite o desenvolvimento de complementaridades e sinergias em meio aos diferentes agentes, cada um com seus próprios objetivos e competências específicas (Windrum e García-Goñi, 2008; Cruz et al, 2015; Cruz et al, 2017; Desmarchelier et al., 2018). No campo de serviços há ainda avanços no sentido de compreender as especificidades dos serviços públicos e os contextos socioeconômicos em que são prestados. As configurações multiagentes em serviços públicos abordam agentes públicos, privados, sociedade civil e cidadãos, para co-produzir inovações, de várias naturezas: novo serviço, novas formas de organização, novos processos, métodos, combinação das anteriores. Ademais, a área de estudo sobre inovação nos serviços públicos possibilita a inclusão mais evidente e palpável de formas não-tecnológicas de inovação (Desmarchelier et al., 2018).

Especificamente sobre a mobilidade urbana, identifica-se um conjunto de serviços e meios de transporte de pessoas e carga, assim como as interações entre esses deslocamentos e o meio urbano. Ou seja, o termo mobilidade urbana vem sobrepondo o termo transporte por sua definição mais ampla, abarcando, para além dos sistemas de transporte, o planejamento urbano,

a disponibilidade e disposição de bens e serviços na cidade e o acesso a eles (GOMIDE e Galindo, 2013; Barbosa, 2016).

A caminhada é o principal meio de transporte que conecta a população ao transporte público, formando o núcleo do sistema de mobilidade do Brasil. Os pedestres são usuários do transporte público - toda jornada começa e termina a pé - por isso é necessário garantir rotas seguras para os centros de transporte público. Além disso, áreas próximas a estações apresentam alto fluxo de pedestres, o que enfatiza a importância de ter passeios qualificados de acordo com essa demanda. Também os ciclistas devem ter acesso garantido ao transporte público, por isso é essencial um planejamento cicloviário alinhado ao transporte público, provido de rotas cicláveis (Speck, 2012).

No aspecto da mobilidade, destacam-se a distância até o transporte de média e alta capacidade, ou seja, a distância percorrida (metros) mais próxima de transporte de média e alta capacidade, assim como a rede cicloviária, que avalia a existência de condições seguras para o transporte por bicicleta, condições de calçada e segurança. Assim, por meio do conceito de nível de serviço (NS) são propostas diretrizes para a avaliação de características do serviço dedicado ao pedestre, com base em medidas quantitativas de fluxo, velocidade e densidade de usuários (Malatesta, 2007). Em relação à mobilidade por bicicleta na cidade de São Paulo, há 14.500 km de extensão viária e apenas 484,8 km de malha cicloviária, correspondendo a apenas 4% do total de vias do município.

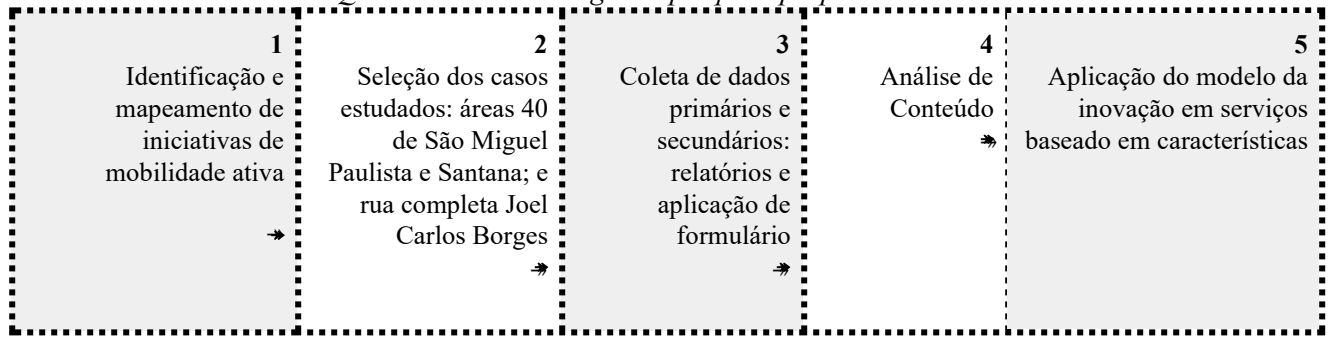
Os serviços baseados na integração da mobilidade ativa e do transporte público dependem das condições do ambiente de caminhada e para pedestres e ciclistas, que podem ser melhor entendidas a partir da abordagem da inovação de serviços públicos. Aprimorar a qualidade do ambiente para o pedestre, o que constitui um dos principais objetivos relacionados às estratégias alternativas de desenho urbano, poderia levar diretamente ao uso mais eficiente do espaço público, e, portanto, para o aumento da caminhada como um meio sustentável de locomoção nas cidades (Papagiannakis e Vitopoulou, 2015).

Deste modo, a abordagem adotada no presente trabalho é a integradora, perspectiva mais abrangente para explicar inovação em serviços, fornecendo uma estrutura ampla abordando inovações tecnológicas e não tecnológicas, bem como os diversos atores que participam do serviço em questão. As inovações não tecnológicas – organizacionais, relacionais, sociais, entre outras (Djellal e Gallouj, 2013; Mendes et al., 2017; Desmarchelier et al., 2018) possuem papel relevante na inovação em serviços públicos. Para tanto, a análise aqui proposta é embasada no Modelo de representação do produto e da inovação em termos de características do serviço, adotando-o como uma abordagem multiagentes (Gallouj e Weinstein, 1997; Gallouj, 2002; Gallouj et al., 2013).

3. Metodologia

A metodologia de pesquisa tem como recorte geográfico-temporal a cidade de São Paulo e o período considerado para a coleta de dados é de 2015 (por conta do PlanMob de SP) até janeiro de 2019; e baseia-se em cinco etapas mostradas no quadro 01:

Quadro 01: metodologia de pesquisa proposta



Fonte: elaboração própria.

3.1. Identificação e mapeamento de iniciativas de mobilidade ativa

São Paulo é uma das 10 cidades selecionadas para o programa Iniciativa Global de Segurança Rodoviária Bloomberg Philanthropies, que visa reduzir os ferimentos e fatalidades resultantes de colisões em todo o mundo. Inicialmente, realizou-se um mapeamento dessas iniciativas na cidade de São Paulo, conforme mostrado no quadro 2.

Quadro 02: Mapeamento das iniciativas Áreas 40 e Rua Completa em São Paulo

ÁREA 40	Implantação	Zona
vias da Bela Vista	Abr/2016	Centro
Rótula Central - 1ª Fase	Out/ 2013	Centro
Rótula Central - 2ª Fase	Dez/2014	Centro
Rótula Consolação	Jun/2015	Centro
Região da Lapa – 1ª Fase	Set/2014	Oeste
Região da Lapa – 2ª Fase	Mar/2015	Oeste
Santana	Set/2014	Norte
Moema - 1ª Fase	Nov/2014	Sul
Moema - 2ª Fase	Nov/2014	Sul
Penha	Dez/2014	Leste
Brás	Fev/2015	Leste
São Miguel Paulista	Set/2015	Leste
Rua Completa	Implantação	Zona
Rua Joel Carlos Borges	Set/2017	Sul

Fonte: Elaboração própria com base em CET

3.2. Seleção dos casos estudados: áreas 40 de São Miguel Paulista e Santana e rua completa Joel Carlos Borges

A partir do mapeamento das iniciativas de áreas 40 e rua completa em São Paulo, a seleção dos casos estudados utilizou os seguintes critérios:

- Desenvolvido na cidade de São Paulo;
- Participação Multiagente;
- Com ênfase na mobilidade ativa e no transporte público coletivo;
- Aderentes à Política Nacional de Mobilidade Urbana
- Consideração de benefícios para a qualidade de vida: redução de poluentes; redução de poluição sonora; redução de acidentes com pedestres e ciclistas.

Das 12 iniciativas mapeadas de áreas 40, dois casos foram selecionados: Santana, por ter passado da etapa de intervenção temporária à permanente. E São Miguel pelo pioneirismo de aplicação da prática de urbanismo tático em São Paulo e por contemplar a via com maior número de mortes de pedestres na capital. Já para a Rua Completa, a iniciativa da Rua Joel Carlos Borges, zona sul de São Paulo, é a única existente na cidade. As iniciativas selecionadas incluem a perspectiva multi/ intermodal proposta na PNMU, incluindo acesso à rede de transporte público - ônibus e trens. No contexto abordado, as partes interessadas são: prefeitura - representada pela Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte e prefeituras regionais; empresa mista - Companhia de Engenharia de Tráfego - CET; e organizações da sociedade civil envolvidas com a(s) iniciativa(s).

3.3. Coleta de dados primários e secundários: relatórios e aplicação de formulário

As fontes de dados secundárias utilizadas sobre os casos estudados são: banco de dados da CET de áreas 40 e Programa de Proteção à Vida; Diagnósticos e relatórios de Estudo de Impacto e Avaliação das iniciativas (CET, 2016; CIDADE ATIVA 2018a; CIDADE ATIVA 2018b; FGV, 2017a; FGV 2017b; ITDP 2016; ITDP, 2018; LABMOB e WRI, 2018; URB-I, 2019). Para a coleta de dados primários, foram aplicados formulários com sete agentes: representantes de organizações da sociedade civil (WRI; ITDP e Iniciativa Bloomberg), Start up (Urb-i), universidades participantes dos diagnósticos de avaliação de impacto (FGV e LabMob/ UFRJ) e poder público (Secretaria de Mobilidade Urbana). O conjunto de dados obtidos é explorado com a aplicação do modelo baseado em características para interpretação da inovação em serviços e análise de conteúdo. Com base em Bardin (1977) o processo da análise de conteúdo da aplicação dos formulários com os atores-chave e materiais coletados relacionados aos projetos fundamentou-se na organização da análise, fase em que foi realizada uma pré-análise e leitura inicial dos relatórios e diagnósticos. Na etapa de exploração do material foram selecionados os materiais a ser considerados para estudo e quais partes dos materiais seriam estudadas. O enfoque foi direcionado para descrição dos projetos, modificações nos serviços pré e pós a implantação dos projetos; participação das partes interessadas, atores envolvidos, desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias pertinentes à mobilidade ativa, capacitação de corpo técnico, novas competências e técnicas adquiridas, e melhorias ambientais.

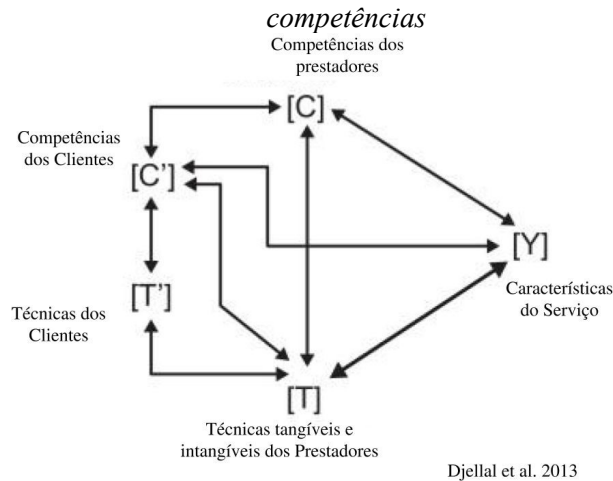
A categorização realizada é resultante da sistematização e análise dos dados a partir dos vetores Características do Serviço (Y), Técnicas (T) e Competências (C) dos agentes envolvidos, que permitiu o detalhamento de técnicas e competências internas ou externas (tangíveis ou intangíveis) para compreender as novas características do serviço estudado.

3.4. Aplicação do modelo baseado em características para interpretação da inovação em serviços

Seguido do processo da análise de conteúdo da aplicação de formulário com os atores-chave e materiais secundários coletados, a análise dos aspectos inovadores introduzidos no serviço público para a mobilidade ativa, é feita a partir da aplicação do modelo de representação do produto e da inovação baseado nas características do serviço, mostrado na

figura 1. De acordo com Gallouj e Weinstein (1997) e Gallouj (2002), o produto (seja bem ou serviço) é entendido a partir de um conjunto de vetores de características e competências, representadas no modelo baseado em características. O modelo é atualizado em Gallouj e Savona (2010) acrescentando - para além das técnicas dos prestadores - as técnicas do cliente. Mais recentemente, Djellal et al. (2013) adicionam vetores buscando integrar os diferentes agentes, em especial, nos casos estudados em que os usuários são contemplados a partir de associações da sociedade civil que representam interesses na questão da mobilidade ativa.

Figura 1 - O produto (bem ou serviço) como um conjunto de características, técnicas e



Fonte: Djellal et al. (2013)

As competências dos prestadores diretos (C) e usuários (C'') referem-se a conhecimentos (teóricos e práticos) e rotinas. As técnicas dos prestadores diretos (T) e usuários (T'') referem-se a técnicas tangíveis (material de informática, máquinas, equipamentos, e outros itens de infraestrutura) ou intangíveis (métodos matemáticos, métodos de trabalho).

4. Resultados e Discussão

4.2. Caracterização das iniciativas e identificação dos agentes

Em consonância com o ODS 11 e suas metas para cidades sustentáveis, os quadros 4 e 5 apresentam dados das iniciativas estudadas, salientando a localização, ano de implantação (temporária e permanente, quando for o caso) e breve descrição.

Quadro 04: Informações sobre as iniciativas estudadas

Iniciativa	Localização	Ano de Implantação
Rua Completa	Rua Joel Carlos Borges	2017

Breve descrição: A iniciativa é baseada na distribuição equitativa do espaço, o que proporciona segurança e conforto a todas as pessoas, de todas as idades, utilizando todos os meios de transporte. Além disso, ao melhorar as condições de mobilidade ativa, as ruas completas e a zona de velocidade reduzida diminuem os níveis de ruído, melhoram a qualidade urbana e por possivelmente tornar o local mais atrativo para a mobilidade ativa e acesso ao transporte público coletivo, melhoram a qualidade do ar e reduzem as emissões de gases com efeito de estufa.

Fonte: Elaboração própria

Quadro 05: Informações sobre as iniciativas estudadas

Iniciativa	Localização	Ano de implantação	Intervenção urbana temporária	Intervenção urbana permanente
Área 40	São Miguel Paulista, Zona Leste	2015	2016	-
	Santana, Zona Norte	2014	2017	2018

Breve descrição: as regiões de São Miguel Paulista e Santana apresentam um histórico de elevados índices de atropelamentos. Por isso, um perímetro delimitado como área de velocidade reduzida (Área 40) foi implantado em 2014 e 2015, respectivamente. A regulamentação da redução da velocidade *per si* não costuma ser suficiente para garantir a efetividade desta medida. Para tanto, necessita-se intervir também na geometria viária, tornando-a mais segura para pedestres e ciclistas, por exemplo, por meio de elementos de moderação de tráfego. O desenvolvimento do projeto de redesenho urbano e segurança viária de São Miguel Paulista ocorreu sob a coordenação da Iniciativa Bloomberg. A iniciativa insere-se no planejamento das intervenções nas Áreas 40, da CET. Em novembro de 2016, São Miguel Paulista recebeu uma intervenção urbana temporária de um dia que simulou uma proposta de novo desenho viário, permitindo que a circulação de pedestres existente fosse feita de forma contínua e segura, diminuindo o conflito com veículos motorizados e melhorando a visibilidade de todos os usuários da via. A partir da intervenção de São Miguel Paulista, surge a oportunidade de replicar a iniciativa em outra área da cidade, na Zona Norte, em Santana. Em Santana, a intervenção temporária recebeu adaptações e, em 2018, recebeu a implantação permanente. As intervenções não visam interferir na quantidade de usuários, mas garantir maior segurança aos pedestres e ciclistas que circulam nessas localidades.

Fonte: Elaboração própria

Os atores envolvidos nas iniciativas estudadas são apontados no quadro 06.

Quadro 06: atores envolvidos nos casos estudados

Área 40 São Miguel Paulista	Área 40 Santana	Rua Completa J.C. Borges
<p><i>Setor público:</i> CET, Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte (SMMT), Prefeitura Regional de São Miguel, SPTrans, SPUrbanismo, SIURB/SPObras.</p> <p><i>Sociedade civil:</i> Iniciativa Bloomberg; ITDP; NACTO; e WRI Brasil Cidades Sustentáveis, Vital Strategies e iRap/GRSF,</p> <p><i>No estudo de avaliação de impacto:</i> Fundação Getúlio Vargas (FGV/CEPESP) e ITDP.</p>	<p><i>Setor público:</i> CET, Prefeitura Regional de Santana/Tucuruvi, Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte</p> <p><i>Sociedade civil:</i> Iniciativa Bloomberg; NACTO; WRI Brasil e a Vital Strategies</p>	<p><i>Setor público:</i> SMMT, Prefeitura Regional de Pinheiros e CET</p> <p><i>Setor privado:</i> Start up Urb-i</p> <p><i>Sociedade civil:</i> WRI</p> <p><i>Nos estudos de avaliação de impacto:</i> Cidade Ativa, Urb-i, WRI, Labmob UFRJ, Metrópole 1:1</p>

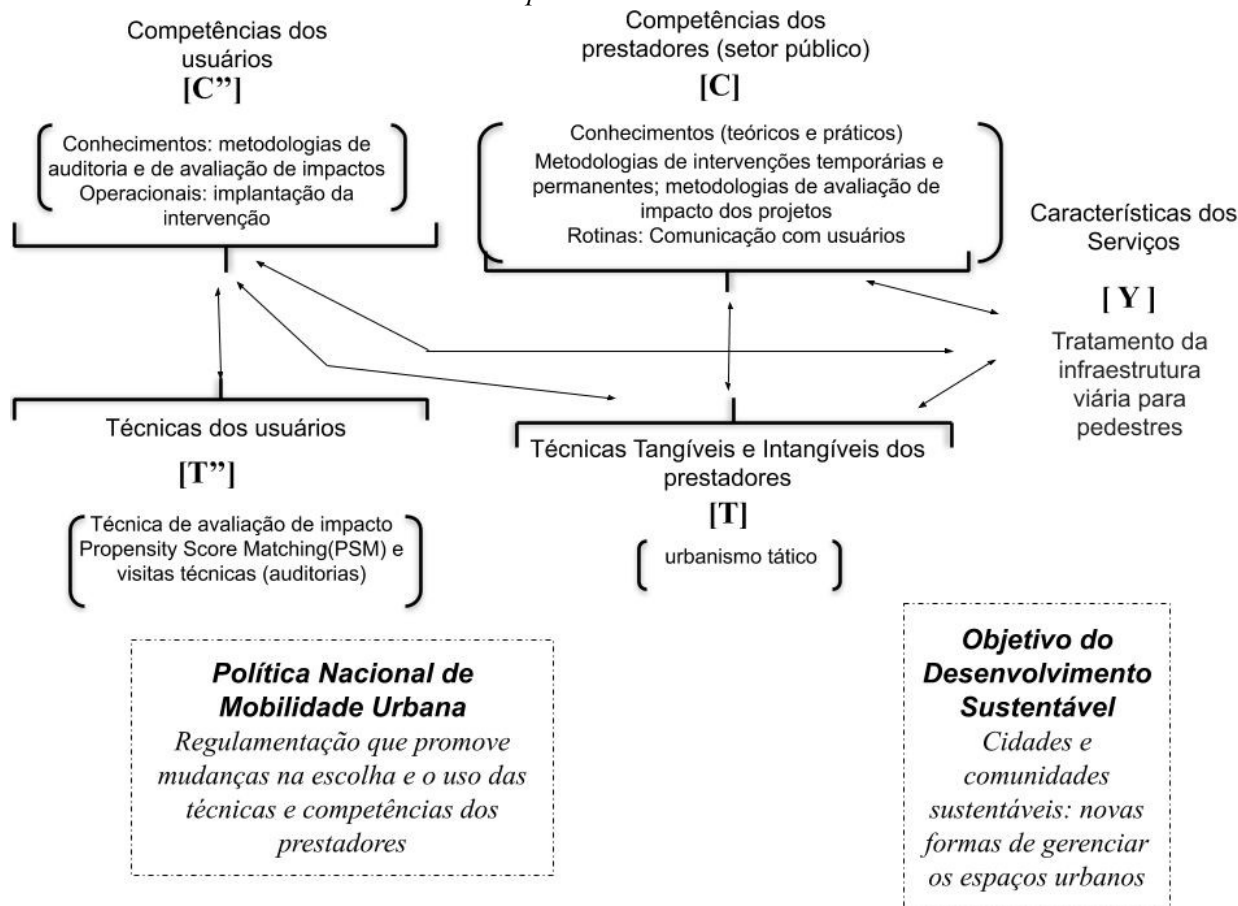
Fonte: elaboração própria.

Nos casos estudados, as associações da sociedade civil que atuam em mobilidade ativa desempenham um importante papel na configuração do modelo baseado em características para interpretação da inovação em serviços, conforme apresentado no tópico 4.2.

4.3. Aplicação do modelo baseado em características para interpretação da inovação em serviços

A figura 2 apresenta a aplicação do modelo baseado em características para interpretação da inovação em serviços adaptado para os casos estudados. Nesta transposição, os usuários são representados pela atuação de organizações da sociedade civil.

Figura 2 - modelo baseado em características para interpretação da inovação em serviços adaptado para os casos estudados



Fonte: Elaboração própria

- a) Características do serviço de mobilidade ativa (Y): No vetor de características dos serviços (Y) de manutenção e requalificação de infraestrutura para o modo a pé e a integração com o transporte público foi identificada a introdução de *novos tipos de tratamento da infraestrutura viária para pedestres*: de calçadas; de travessias; de acessibilidade; de sinalização horizontal e vertical no espaço público; de sistema semafórico adequado para transporte não-motorizado; e de

moderação de tráfego. Não foram identificados novos tipos de tratamento cicloviário. Visando melhorar as condições de integração com o transporte público coletivo, as iniciativas estudadas buscaram aumentar segurança e conforto dos pedestres a partir da redução de velocidade, da reforma e ampliação de calçadas.

- b) Competências do prestador de serviço (C): Nas competências dos prestadores diretos (C) destacam-se os conhecimentos necessários à metodologias de avaliação de impacto de intervenções urbanas favoráveis à mobilidade ativa, ampliação do escopo de metodologia de leitura urbana. Os projetos ultrapassam os limites habituais de escopo da CET (contagens volumétricas, sinalização e operação viária). Para viabilizar a adoção práticas de urbanismo tático nos casos estudados, a implantação dos projetos foi acompanhada do desenvolvimento de novas competências. Nos três casos, observa-se a tentativa de estabelecer novas rotinas de comunicação com usuários, com o desenvolvimento de oficinas de capacitação e coleta de ideias e as intervenções temporárias que buscam além de testar a transformação de determinados espaços públicos, visa também coletar dados sobre a percepção dos usuários em relação ao projeto proposto. Os encontros foram coordenados por organizações da sociedade civil, com apoio do poder público. Sobre a metodologia de contagem, tradicionalmente, a CET realiza contagens volumétricas veiculares e de pedestres. A metodologia de leitura urbana empregada nos casos estudados vai além do âmbito quantitativo e realiza também: levantamentos geométricos; mapeamento de atividades de permanência; observações comportamentais tais como travessias na faixa e fora da faixa de pedestre, pessoas caminhando fora da calçada em trechos de estrangulamento. Ainda, contempla-se a realização de entrevistas *ex-ante* e *ex-post* as intervenções (temporárias e permanentes), no intuito de avaliar a percepção dos usuários em relação ao redesenho da geometria viária, à segurança e conforto, às interferências nos deslocamentos e aos impactos econômicos no comércio local. Deste modo, a metodologia de leitura urbana permite uma visão sistêmica do local, garantindo que os principais aspectos que precisam ser reformados, adaptados ou construídos sejam identificados e analisados, sendo também potencializado pelas técnicas de urbanismo tático.
- c) Técnicas do prestador do serviço (T): As técnicas dos prestadores diretos (T) são relacionadas a introdução de práticas de urbanismo tático (intervenções temporárias) realizadas em determinado território para testar esses espaços a diferentes usos e que, posteriormente, podem vir a receber a intervenção permanente. Essas intervenções, de curto prazo e baixo custo, buscam promover reestruturações de base, de modo participativo, sendo uma forma de reapropriação do espaço urbano por seus próprios usuários. De modo geral, o urbanismo tático se distribui em etapas de observação dos usos existentes, observação comportamental dos usuários e dinâmica do espaço, contemplando medições e contagens de tráfego, pedestres e ciclistas. O urbanismo tático utiliza materiais provisórios de baixo custo, parcerias do poder público, privado, sociedade civil e comunidades locais, que juntos permitem uma entrega mais rápida do projeto e desenho mais flexível.
- d) Competências dos Usuários (C''): Para as competências dos usuários (C''), a

interação entre os atores envolvidos para o desenvolvimento dos projetos deu-se sob a coordenação de organizações sem fins lucrativos, tais como a Iniciativa Bloomberg, World Resources Institute (WRI) e Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). Relatou-se que o relacionamento entre as partes envolvidas foi complexo e, em alguns momentos, conflitiva. A gestão desse relacionamento gerou competências relacionais e organizacionais para as organizações proponentes. As experiências adquiridas por meio das intervenções resultaram em uma posterior aproximação com os técnicos da CET-SP, aumentando o entrosamento e o entendimento sobre o mandado das organizações e um maior reconhecimento à capacidade técnica das equipes envolvidas. Entretanto, mesmo com indícios, não é consenso entre os usuários que foram realmente adquiridas novas competências relacionais ou organizacionais. Ainda, ressalta-se que as equipes das organizações proponentes, tinham pouca experiência operacional e puderam aprofundar a capacidade técnica e operacional durante a implantação da intervenção temporária em conjunto com os técnicos da CET-SP. Assim, também houve esse aprendizado com os técnicos de operação da CET-SP, responsáveis pela implantação dos projetos *in loco*.

- e) Técnicas dos Usuários (T''): Nas técnicas dos usuários (T''), nos casos de São Miguel Paulista e da rua Joel Carlos Borges (FGV, 2017a, 2017b; LABMOB e WRI, 2018), ocorreu a aplicação de metodologia de estudo observacional de avaliação de impacto dos projetos, a escore de propensão (*propensity score matching*) que objetiva avaliar os impactos de uma intervenção por meio da comparação de grupos: o que recebe a intervenção (factual) e o grupo que não é alterado (contrafactual). O método busca aumentar a credibilidade do estudo fortalecendo a atribuição dos resultados obtidos à intervenção em si e não a outros fatores. Nos casos estudados, os contrafactuais são:

Factual	Contrafactual (área de controle)
São Miguel Paulista	Região no Entorno do Mercado da Lapa
<i>Santana</i>	<i>Não houve estudo de avaliação de impacto</i>
Joel Carlos Borges	Rua Gomes Carvalho, ao lado da Estação Vila Olímpia.

Além disso, são identificadas visitas técnicas após as intervenções, visando principalmente a realização de medições de fluxo, atividades de permanência, segurança viária, questões de gestão de resíduos, mobiliários e percepções sobre o projeto. Para as percepções, os dados são coletados por meio de entrevistas realizadas *in loco*, com os usuários. Para finalizar, na análise da inovação em serviços públicos nos casos estudados destacam-se os princípios da PNMU e, num âmbito maior, o ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis. Os princípios da PNMU - e o PlanMob de SP - direcionaram as escolhas feitas no sentido de estabelecer a priorização dos modos ativos sobre os motorizados e dos modos coletivos sobre os individuais, bem como a redução das velocidades. Já o ODS 11, ao promover novas formas de gerenciar os espaços urbanos também acaba por estimular as tomadas de decisão em prol de um sistema de mobilidade urbana sustentável.

5. Conclusão

De acordo com as etapas metodológicas propostas, visando analisar os desafios da mobilidade ativa na cidade de São Paulo e seu alinhamento com o ODS 11, foram selecionados como estudos de caso: as áreas 40 de São Miguel Paulista e Santana e o projeto de rua completa da Rua Joel Carlos Borges. Salienta-se a majoritária aprovação por parte dos usuários, o que é um desdobramento importante da inovação representada pela introdução de serviços públicos.

A aplicação do modelo da inovação em serviços baseado em características demonstra que a inovação nos serviços prestados pela prefeitura ocorreu basicamente no tratamento da infraestrutura viária para pedestres. Os usuários são representados pela atuação de organizações da sociedade civil. Sobre as novas competências e técnicas do prestador, os projetos contribuíram para o desenvolvimento de competências no setor público para utilização de metodologias de avaliação de impacto de intervenções urbanas favoráveis à mobilidade ativa, e metodologia de leitura urbana, para além das contagens de veículos, pedestres e ciclistas, trazendo uma visão sistêmica sobre os usos e dinâmicas locais e aspectos comportamentais dos usuários. Tais competências estão associadas ao urbanismo tático como técnica para intervenções urbanas temporárias. Para as competências dos usuários, a gestão do relacionamento multiagentes possivelmente gerou competências relacionais e organizacionais para as organizações proponentes. As experiências adquiridas por meio das intervenções resultaram em uma posterior aproximação com os técnicos da CET-SP, aumentando o entrosamento e o entendimento sobre o mandato das organizações e um maior reconhecimento à capacidade técnica das equipes envolvidas. Ainda, ressalta-se o aprofundamento da capacidade técnica e operacional em relação à implantação dos projetos.

Os princípios aplicados nas áreas 40 e rua completa na cidade de São Paulo estão alinhados à Política Nacional de Mobilidade Urbana e, num âmbito maior, ao ODS 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis. No entanto, até o momento se restringiram a ações para alteração do limite de velocidade dos veículos e para sinalização horizontal para identificação do perímetro dessas áreas. Não foi identificada introdução de serviços de tratamento cicloviário. Portanto, aponta-se grandes potencialidades para a continuação da introdução de inovações para aprimoramento e ganho de escala dos serviços públicos para transporte não motorizado em consonância com o paradigma da mobilidade urbana sustentável.

Por fim, dado que os projetos ainda são relativamente recentes e abrangem um recorte geográfico temporal específico, ainda é necessário um amadurecimento dos resultados advindos dos projetos estudados, bem como o aprofundamento da análise de projetos da mesma natureza em outros contextos urbanos e sociais.

6. Referências

- ANTP (2017) Associação Nacional dos Transportes Públicos, Mobilidade Humana para um Brasil Urbano - 288p.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy* 15 (2), 73–80.
- Barbosa, A. S. (2016). Mobilidade urbana para pessoas com deficiência no Brasil: um estudo em blogs. *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana, Curitiba*, v. 8, n. 1, p. 142-154.
- Barczak, R., Duarte, F (2012). Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas

- mitigadoras. urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana [online]. vol.4, n.1, pp.13-32.
- Bardin, L. (1977). Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70.
- Boareto, R. A. (2003). Mobilidade Urbana Sustentável. Revista dos Transportes Públicos, São Paulo. n.100.
- Brasil (2012), Política Nacional De Mobilidade Urbana, Lei 12.587/12, 2012. Brasil (2016), Plano Específico De Mobilidade Urbana, Decreto 56.84/16, 2016.
- Brasil (2018), Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Ciências Humanas e Sociais, Brasília – DF – Brasil.
- Bugge, M., Hauknes, J., Bloch, C. And Slipersæter, S. (2010). The public sector in innovation systems, Project – Measuring Public Innovation in the Nordic Countries: Toward a common statistical approach.
- Calabrese, A. , Castaldi, C. Forte, G., Leviaidi, N. (2018a) Sustainability-oriented service innovation: An emerging research field / Journal of Cleaner Production.
- Calabrese, A. , Castaldi, C. Forte, G., Leviaidi, N. (2018b) Fostering sustainability-oriented service innovation (SOSI) through business model renewal: The SOSI tool, Journal of Cleaner Production.
- CET (2016) São Miguel Mais Humana Projeto de requalificação urbana e segurança viária para a Área 40 de São Miguel.
- Cidade Ativa (2018a), Diagnóstico áreas 40: São Miguel Paulista. Disponível em: https://cidadeativa.org/wp-content/uploads/2017/10/CA_Área40_SãoMiguel_Relatório.pdf Acesso em: jul, 2019.
- Cidade Ativa (2018b), Diagnóstico ruas completas: joel carlos borges. Disponível em: https://cidadeativa.org/wp-content/uploads/2018/05/CA_RuaJoelCarlosBorges_Relat%C3%B3rio_Rev01.pdf Acesso em: jul, 2019.
- Cloutier, G., M. Papin, C. Bizier (2018) Do-it-yourself (DIY) adaptation: Civic initiatives as drivers to address climate change at the urban scale, *Cities*, 74 (2018) 284–291.
- Cruz, S; Gallouj, F. ; Paulino, S. . Innovation in brazilian landfills: a servppin perspective. *Economics and Policy of Energy and the Environment*, v. 3, p. 79-100, 2015.
- Cruz; S., Paulino, S. (2013) Analysis of Access to Clean Development Mechanism Landfill Projects through a Multi-Agent Model. *International Journal of Environmental Science and Development*, p. 268-271.
- Cruz, S. R. S.; Paulino, S. R., Paiva, D. (2017). Co-Benefits Indicators for Carbon Market: Contributions to Service Innovation in the Solid Waste Sector. *JOURNAL OF INNOVATION ECONOMICS*, v. 23, p. 107.
- Desmarchelier, B., Djellal, F. And Gallouj, F. (2018). Services In Innovation Networks And Innovation Networks In Services: From Traditional Innovation Networks (TINS) To Public Service Innovation Networks (PSINS), Proceedings. 28th RESER Conference, Gothenburg, Sweden.
- Djellal, F., Gallouj, F. (2015), Quinze avancées et quinze défis pour la recherche sur l’innovation dans service, Clersé-CNRS, Lille 1 University, France, 2015.
- Djellal, F., Gallouj, F., Miles, I. (2013) Two decades of research on innovation in services: Which place for public services?. *Structural Change and Economic Dynamics*, Elsevier, pp.98-117.
- FGV (2017a). Fundação Getúlio Vargas, Relatório de desenho de pesquisa para avaliação de impacto do Projeto de Requalificação Urbana e Segurança Viária de São Miguel Paulista na poluição do ar e na saúde.
- FGV (2017b). Fundação Getúlio Vargas, Relatório de linha de base da avaliação de impacto do projeto de requalificação urbana e segurança viária de São Miguel Paulista.
- allouj, F; Weinstein, O. (1997). Innovation in Services. *Research Policy*, v.26, p.537-556, 1997.
- Gallouj, F. (2002) Innovation in the service economy: the new wealth of nations. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.
- Gomide, A. Á., e Galindo, E. P. (2013). A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi. *Estudos Avançados*, 27(79), 27-39.
- udmundsson, H. (2004). Sustainable transport and performance indicators. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (Eds.), *Transport and the Environment—Issues in Environmental Science and Technology*, 20. Royal Society of Chemistry, Cambridge-UK, pp. 35–63.
- IPEA (2018) AGENDA 2030 - ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
- ITDP (2016) Institute for Transportation and Development Policy. Desenho Urbano e Segurança Viária: requalificação de áreas de baixa velocidade em São Miguel Paulista
- ITDP (2018) Institute for Transportation and Development Policy. Intervenção urbana temporária (Re)pensando a rua em Santana Relatório de Atividade. Disponível em: http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/04/ITDP_TA_RELATORIO_BIENAL_SANTA_NA.pdf Acesso em: jul,2019.

- LabMob, WRI (2018). Estudo de Impacto e Avaliação de Rua Completa - Rua Joel Carlos Borges, Berrini – São Paulo. Relatório Técnico Final. Março de 2018.
- Lehtonen, M., Tuominen, T. (2013). Multiple Voices of the User in Public Sector Services. Elgar Online. Edward Elgar Publishing, Inc.. Cheltenham, UK. n.d. Web. 14 Nov, 2013.
- Malatesta, M. E. B. (2007) Andar a Pé: um modo de transporte para a cidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Dissertação de mestrado apresentada à FAUUSP.
- Mendes, V.; Aguiar, F., Garcia, E. (2017) Gestão da Inovação em Serviços de Saúde na Era Digital, XVII Congresso Latino-Iberoamericano da Gestão da Tecnologia ALTEC 2017.
- Mohnen, P.; Stare, M. (2013) The notion of inclusive innovation. In: Wobbe, W. (ed.) Inclusive innovation and service innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Paulino, S ; Cruz, S. S. (2015). A Inovação no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo Aplicado ao Serviço Público de Manejo de Resíduos Sólidos. In: ALTEC 2015 XVI Congresso Ibero-Latinoamericano de Gestão da Tecnologia, 2015.
- Pojani, D., and D Stead (2018) Policy design for sustainable urban transport in the global south, Policy Design and Practice, 1:2, 90-102.
- Stare, M. (2013) Seizing the opportunities of service innovation: Policy brief no. 7. In: Wobbe, W. (ed.) Inclusive innovation and service innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- UNEscap (2017) United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific, No. 87 "Transport and Sustainable Development Goals".
- Urb-i (2019). Relatório Pós Intervenção Plano de Bairro Berrini Rua Joel Carlos Borges X Rua Sansão.
- Windrum, P., Garcia-goñi, M. (2008) A neo-Schumpeterian model of health services innovation, Research Policy, Elsevier, vol. 37(4), pages 649-672, May, 2008.

La relación entre empresas extranjeras y Sistemas Regionales de Innovación en industrias tradicionales. El caso de la empresa Supracafé

Yury Castillo

Universidad Complutense de Madrid, Instituto Complutense de Estudios Internacionales-ICEI, Colombia_
yurycast@ucm.es

Isabel Álvarez

Universidad Complutense de Madrid, Instituto Complutense de Estudios Internacionales-ICEI, España_
mialvare@ucm.es

Cesar Echeverry

Supracafé y Parque Tecnológico del Café- Tecnicafé, Colombia
cesar.echeverry@supracafe.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la capacidad de atracción de inversión directa extranjera (IDE) por parte de los Sistemas Regionales de innovación (SRI). La hipótesis planteada es que la relación entre IDE y SRI es compleja y de carácter circular, y que contribuye a describir de manera virtuosa la dinámica que vincula estos dos elementos. La formulación obedece a que el grado de desarrollo tecnológico e institucional de los SRI puede resultar ser un factor de notable influencia en la decisión de inversión de una empresa multinacional (EMN) en un determinado territorio y que, a su vez, la llegada de IDE puede contribuir a fortalecer el SRI a través de los procesos de transferencia de tecnología. No obstante, las capacidades locales de generación y absorción de conocimiento, así como el marco institucional, más o menos favorable para el establecimiento de flujos de conocimiento de carácter bidireccional, son elementos determinantes del proceso evolutivo que vincula EMN y SRI. El análisis y contraste de hipótesis se realiza a partir de un estudio de caso realizado en Supracafé, empresa de origen español que tiene inversiones de capital en el departamento del Cauca- Colombia. Se logra determinar que si bien la existencia de un SRI no resultó ser un factor determinante para que la empresa tomara la decisión de invertir en la región, lo que estuvo claramente determinado por el sector de actividad y la relevancia de la proximidad a los inputs; la evolución del SRI se ha convertido en un elemento clave que ha determinado la decisión de la empresa de permanecer en el territorio, aumentando sus actuaciones en este departamento. Además, la evidencia recolectada permite concluir que la presencia de esta empresa en el Cauca ha contribuido al fortalecimiento del SRI.

Palabras Clave

Sistemas Regionales de Innovación; Inversión Directa Extranjera; Transferencia de Tecnología, Empresas Multinacionales

1. Introducción

Uno de los mecanismos que emplean los países en vías de desarrollo para mejorar su competitividad es la atracción de inversión directa extranjera (IDE). El supuesto que está detrás de tal estrategia es que las empresas extranjeras son una fuente de capital, empleo y también de tecnologías más avanzadas que pueden favorecer los procesos de catching-up. Para conseguir ese objetivo, algunos de los mecanismos habituales son las subvenciones o bonificaciones fiscales, así como la promoción de las fortalezas del país, entre las que se

encuentran la dotación de recursos naturales, infraestructura, estabilidad económica y política, y las oportunidades de acceso a nuevos mercados. A estas se ha venido a sumar, la capacidad de los países para producir y difundir conocimiento y tecnología, entendiéndose como un factor clave que contribuye a fortalecer la competitividad empresarial.

Dunning (1994) y Narula & Dunning (2000) clasifican las anteriores motivaciones de la internacionalización de empresas en 4 grandes bloques: i) Búsqueda de recursos naturales, ii) Búsqueda de mercados, iii) Búsqueda de eficiencia, iv) Búsqueda de activos estratégicos. Dentro de este último se encuentra la capacidad de producir de conocimiento, capacidad que no es homogénea ni entre países ni entre regiones, de ahí la necesidad de analizar las capacidades científicas y tecnológicas en el plano regional.

Aunque el costo de los factores productivos y las condiciones económicas y políticas de un país, siguen siendo determinantes para la decisión de internacionalización de las empresas, en una economía basada en el conocimiento, la capacidad de países y regiones para producir conocimiento no puede quedar al margen de la evaluación que hacen las empresas a la hora de decidir ampliar sus fronteras más allá de su país de origen. Por este motivo, el enfoque de los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación ha venido tomando fuerza dentro de los estudios de internacionalización del cambio tecnológico. A nivel nacional, las condiciones favorables del Sistema Nacional de Innovación (SNI) de origen pueden explicar por qué las empresas eligen no trasladar sus actividades de I+D desde su país de origen (Narula, 2002), o determinar la forma de entrada de las multinacionales (Alvarez & Marin, 2009), así como el tipo de actividades que van a desarrollar en el extranjero, cuando se trata del país de acogida.

Si bien las condiciones macro son de gran importancia para definir la capacidad de un país para generar conocimiento, esa capacidad adquiere matices específicos en cada región. Esta razón justifica la necesidad de entender la dinámica de la innovación en un nivel subnacional (Cooke, 2001), asumiendo que puede seguirse una dinámica desigual en las regiones de un mismo país y aproximándose a los Sistemas Regionales de Innovación, definidos como el conjunto de instituciones de un territorio, que tienen fuertes interacciones y comparten el objetivo de generar y compartir conocimiento para atender a problemáticas específicas y optimizar las oportunidades tanto productivas como sociales de la región. La fortaleza o debilidad organizacional e institucional de un SRI- medida a partir de la cantidad y diversidad de organizaciones que lo conforman, la intensidad de interacción entre estas y la existencia de una cultura de representación colectiva (Amin & Thrift, 1994), afecta la estrategia tecnológica, el tipo y la complejidad de transferencia que se hace desde las EMN a sus subsidiarias en el país de acogida, ya que si en el territorio existe mano de obra calificada y acceso a instalaciones de conocimiento e investigación, habrá un mayor interés de invertir en actividades intensivas en conocimiento por parte de las EMN y, consecuentemente, en transferir conocimiento tecnológico (Cantwell y Iammarino, 2003).

Más allá de los efectos económicos que puede ocasionar la llegada de una EMN hay también efectos más complejos relacionados con la creación de capacidades en el país de destino (Dunning, 1994). La intensidad de estos efectos está mediada por el grado de integración de las EMN en los entornos locales y por el múltiple rol que tienen como puente de flujos de conocimiento entre sus casas matrices y el entorno local y viceversa (Meyer et al., 2011). Las empresas extranjeras tienden a incorporarse en las dinámicas del SRI (Cantwell & Iammarino, 2003), pero el grado de integrarse difiere entre subsidiarias en función de la fortaleza de las relaciones que crean no solo con las empresas de la misma industria sino también con las organizaciones orientadas a la innovación (universidades, centros de investigación y asociaciones industriales), la participación en las redes y las formas de adquisición de conocimiento (Kramer & RevillaDiez, 2012; Padilla, 2008). En este sentido, existen subsidiarias que tienen mandatos creativos o bien explotativos, y éstas

se diferencian por su dinámica y participación en el contexto local (Cantwell y Mudambi, 2005; Álvarez y Cantwell, 2011).

Según la estrategia de la EMN, las subsidiarias tendrán diferentes niveles de involucramiento con el territorio, y así diferentes modos de obtener el conocimiento disponible en el entorno de establecimiento (Kramer & RevillaDiez, 2012). Al combinar estas dos variables, Kramer & RevillaDiez (2012) proponen que las EMN pueden clasificarse en cuatro tipos: i) *Demandantes* (observadores silenciosos que demandan soluciones pero tienen un bajo nivel de relación con el SRI), ii) *Exploradoras* (buscan oportunidades para obtener conocimiento en su SRI, pero hay bajo nivel de relaciones), iii) *Mediadoras* (construyen relaciones multidimensionales con actores del SRI, pero son pasivos en los modos de adquisición de conocimiento), y iv) *Facilitadoras* (desarrollan canales continuos de interacción con los actores del SRI, gran cercanía con el SRI e incluso pueden incorporar sus unidades de I+D para la adquisición de conocimiento y aprendizaje colectivo).

Algunos de los efectos de las EMN en los territorios de establecimiento están relacionados con la creación de capacidades para generar conocimiento y estos pueden hacerse visibles a través de la transferencia de tecnología desde las empresas extranjeras hasta sus filiales (Alvarez & Marin, 2009). La transferencia además tiene efectos positivos en las economías de acogida, tales como las integraciones hacia atrás, las imitaciones de tecnología o la generación de habilidades del capital humano (Dunning, 2008). Esta transferencia no se hace solo a nivel de las empresas, por lo tanto, su impacto no se limita al nivel micro sino que tienen efectos sobre los demás actores que se encuentran en el territorio y sobre la economía en general.

Partiendo de la revisión de la literatura y con un enfoque de nivel tanto micro como meso, Padilla (2008) propone cuatro niveles a través de los cuales las EMN transfieren tecnología a sus subsidiarias y a los entornos donde se encuentran localizadas:

- Primer nivel. De las empresas matrices a las filiales extranjeras: La empresa matriz proporciona a sus filiales tecnologías de procesos, de organización y centradas en el producto. La transferencia de tecnología tiene lugar a través de bienes de capital, manuales, visitas del personal de la empresa matriz y asignaciones temporales de personal local a otros países.
- Segundo nivel. En el seno de las filiales extranjeras cuando los empleados locales están capacitados en nuevas tecnologías. La capacitación puede ser formal (por ejemplo, programas de inducción, cursos impartidos, etc.) o informales (capacitación en el trabajo). Esto ocurre cuando los empleados locales se involucran en las actividades llevadas a cabo por la filial extranjera, desde el simple montaje hasta el diseño y desarrollo de productos. La distinción con el primer nivel está en la participación del personal local, crucial para absorber las tecnologías importadas.
- Tercer nivel. Las filiales extranjeras interactúan con agentes locales. Las filiales extranjeras compran bienes y servicios de empresas locales y brindan asistencia técnica para asegurar que los insumos/productos comprados sean acordes con las especificaciones requeridas, los costos, la calidad y el tiempo. Las subsidiarias extranjeras también interactúan con organizaciones locales orientadas a la innovación, como universidades, escuelas de educación técnica y centros de investigación. Se usan mecanismos como proyectos de investigación colaborativos, programas de comisión de servicio o de visita para profesores, formación de empresas, asesoramiento para actualizar los currículos de los programas de formación y participación de los gerentes en organizaciones o iniciativas locales.
- Cuarto nivel. Spin-offs indirectas, se da, por ejemplo, cuando un investigador de un

centro público de investigación que lleva a cabo proyectos de investigación colaborativa con EMN adquiere conocimientos a través de interacciones con estas empresas extranjeras y este conocimiento puede ser utilizado por el investigador para crear su propia empresa.

Tomando como referencia el marco conceptual anteriormente expuesto, este artículo presenta el análisis de la relación bidireccional que se define entre un SRI y la atracción de capital extranjero en una región. Se analiza el caso de la empresa Supracafé, de origen español y con inversiones en el departamento del Cauca-Colombia. La primera proposición que se establece para este estudio de caso es que existe una relación positiva entre la existencia de un SRI y la atracción de capital extranjero hacia el departamento del Cauca, específicamente de Supracafé. La segunda indica que la llegada de la IDE de Supracafé al Cauca tiene un efecto positivo sobre su SRI porque dinamiza las actividades del mismo.

A continuación, la segunda sección se presenta la metodología, en la tercera el desarrollo de la investigación, en la cuarta los resultados basados en la evidencia empírica y la quinta y sexta sección se presentan la discusión y conclusiones respectivamente.

2. Metodología

La investigación consistió en la realización de un estudio de caso holístico con una única unidad de análisis (Yin, 2014). En este sentido se seleccionó la empresa de origen español Supracafé, que tiene inversiones en el departamento del Cauca.

La elección de este caso obedece a dos razones principales. La primera de ellas es que el departamento del Cauca lleva aproximadamente dos décadas trabajando en la consolidación y fortalecimiento de su SRCTeI; para lograr este cometido la participación del sector empresarial es de vital importancia, pero el tejido empresarial está formado mayoritariamente por pequeñas y medianas empresas para las que esta labor no ha resultado fácil. Sin embargo, destacan por su participación, liderazgo, dinamismo algunas empresas no originarias de la región; este es el caso de Supracafé. La segunda razón obedece a que la mayoría de los estudios en la misma línea han estado enfocados en sectores de alta tecnología, tales como la electrónica en México (Padilla, 2008) (Iammarino et al., 2008) o el petróleo y gas en Noruega (Salamonsen, 2015), siendo pocos los estudios que abordan la influencia que tienen las EMN pertenecientes a sectores no intensivos en tecnología, tales como el de alimentos, en SRI de países en desarrollo.

En la investigación se hizo uso de información primaria y secundaria. La información primaria fue recolectada a partir de observación directa y 10 entrevistas semiestructuradas. Dentro de los entrevistados, se contó con personal de la empresa Supracafé, tanto de su sede en España como de Colombia, así como con representantes de instituciones del SRCTeI del Cauca. La información secundaria se recolectó a partir de informes de proyectos de ciencia, tecnología e innovación- CTeI desarrollados en el Cauca, informes estadísticos, páginas web, noticias de prensa y entrevistas realizadas por medios de comunicación hablados y escritos. El análisis de la información se realizó mediante triangulación de datos con el objetivo de encontrar convergencia entre la información recolectada en la observación directa, la proporcionada por los entrevistados y la obtenida en las fuentes secundarias.

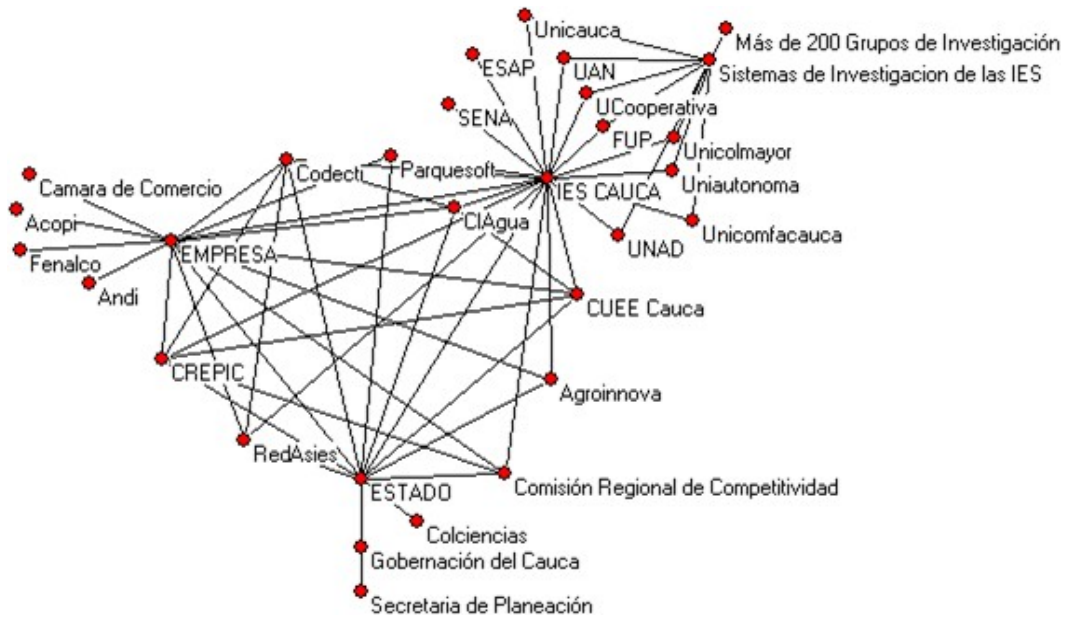
3. Desarrollo

3.1. Caracterización del Sistema regional de ciencia, tecnología e innovación (SRCTel) del Cauca

Desde finales de los años noventa, representantes de la academia, la administración pública, el sector productivo y la sociedad civil organizada, vienen llevando a cabo una serie de dinámicas participativas con el objetivo de consolidar el SRCTel del departamento del Cauca dentro del programa territorial de innovación “Cauca Región del Conocimiento”. El SRCTel se define como un “mecanismo de articulación, dinamización, cohesión y construcción conjunta que posibilita pensar en los problemas regionales y orientar los esfuerzos de investigación hacia la solución de los conflictos del territorio, proyectar acciones en los diferentes municipios, articularse clara y lógicamente con las políticas nacionales y, ante todo, comprender la complejidad de esta sociedad rural para generar capacidad de soluciones propias y soportar, desde la perspectiva científica y tecnológica, la creación de un modelo de desarrollo propio” (CAUCACYT, 2004).

Este sistema lo conforman una diversidad de actores de la academia, el sector productivo, el Estado, y las instituciones interface del departamento del Cauca (Ver gráfico 1).

Gráfico 1: Red de actores del SRCTI del Cauca



Fuente: Gobernación de Cauca, Universidad del Cauca, 2012

Con el objetivo de fortalecer las relaciones internas del SRCTI del Cauca, y facilitar el desarrollo de nuevos productos con alto valor agregado en la región a través de la innovación abierta, desde el año 2010 se propone la construcción de los denominados Núcleos de Innovación, definidos como estructuras de apoyo concebidas y diseñadas para gestionar y acompañar procesos de innovación en el interior de una organización o de un sector productivo (Pembherty, Plazas, & Castillo, 2012). En 2011, mediante un Pacto por la Innovación entre los actores del SRCTI, se formalizan 11 Núcleos de Innovación: dentro de los que se encuentra Café (Ver gráfico 2).

Gráfico 2. Núcleos de Innovación del Cauca



Fuente: Proyecto Núcleos de Innovación, 2015

3.2. Identificación de las motivaciones de Supracafé para invertir en el Cauca

Supracafé, una empresa con sede social en Móstoles (Madrid) fundada en 1990, está especializada en café gourmet y se dedica a las actividades de producción, importación, tueste y distribución de café. Su mercado principal está conformado por restaurantes y establecimientos de alta hostelería de toda España, y en otros siete países a través de distintos distribuidores.

En 2005, Supracafé tomó la decisión de ampliar la cadena de valor y producir directamente, en lugar de comprar a otros productores, con el objetivo de ganar más control sobre el producto final. Así surge Supracafé-Colombia, empresa que también cuenta con la participación de la empresa colombiana Expocafé en el accionariado. Supracafé adquirió la hacienda ubicada en el municipio de Cajibío en el departamento del Cauca- Colombia, zona que fue seleccionada por ser considerada una de las mejores regiones del país para producir cafés de calidad.

De acuerdo con la información proporcionada por personal de Supracafé en España y Colombia, las motivaciones iniciales para invertir en el Cauca estuvieron relacionadas con la presencia en este territorio del conjunto de factores ambientales que permiten potencializar la producción de cafés de alta calidad en expresión de sabor en taza, dentro los que se destacan fertilidad de los suelos volcánicos, las condiciones climáticas, en especial de amplitud térmica diaria y la disponibilidad hídrica en el periodo de llenado del grano, la altitud, la latitud y la radiación solar; otro factor decisivo fue el costo de los factores de producción. Otros actores como la estabilidad económica, fortaleza del sector financiero, estabilidad política y administrativa, características culturales y demográficas, conectividad, posición geográfica y la capacidad de generar conocimiento (Heather et al, 2010) no influyeron en la decisión de Supracafé de ubicar sus fincas cafeteras en el Cauca. Esto debido entre otras razones, a que a pesar de los esfuerzos por fortalecer el SRCTeI, en esos momentos todavía este era un proceso muy incipiente, con una actuación básicamente local y con mínimas actuaciones en el sector agropecuario en general y cafetero en particular.

3.3. Identificación y clasificación de acciones de transferencia de tecnología

Desde su llegada al territorio esta empresa se ha impuesto el objetivo de contribuir a transformar a la región en la “champagne del café” dadas las condiciones de su terreno y su

clima (Ricardo Oteros en entrevista con Díaz, 2017). Para alcanzar este objetivo enfoca sus acciones tanto en lo productivo como en lo social. Desde lo productivo, la empresa busca aplicar la I+D para mejorar la calidad de sus cafés a través de la mejora de procesos que incluyen desde los sistemas de cultivo y recolección hasta la comercialización del producto; actualmente en la hacienda de Cajibío se llevan a cabo procesos de investigación aplicada para validar aproximadamente 200 variedades de café, producidos en diferentes alturas (Supracafé, 2017).

Con la aplicación de I+D en toda la cadena de valor del café se busca mejorar y visibilizar el valor agregado que añade el productor, desconcentrar la innovación de los eslabones finales de la cadena y contribuir en la abolición de modelos de negocios inequitativos a los que tradicionalmente se ha visto sometido el productor. Así mismo, se busca lograr la obtención de nuevos productos a partir de las partes del grano y de la planta de café que generalmente son desechadas generando graves problemas de contaminación ambiental.

En cuanto al componente social, la empresa está implicada en una serie de iniciativas que buscan contribuir a mejorar las condiciones de vida de las familias productoras de café, especialmente de las mujeres caficultoras que se encuentran vinculadas con la empresa a través de la provisión de café. La empresa le apuesta a la inversión social como estrategia de sobrevivencia en medio de un territorio con conflictos por la invasión de terrenos y las disputas entre hacendados y campesinos, lo que le ha permitido generar un impacto positivo en el territorio. De acuerdo al estudio de Sánchez (2016), esta empresa tiene un impacto importante en los medios de vida de la zona ya que compra café a familias de productoras locales, da trabajo a unas 300 personas, principalmente mujeres; la mayor parte de los trabajadores de la hacienda provienen de las comunidades próximas teniendo un impacto económico positivo en el entorno. Adicionalmente, la empresa tiene una relación estrecha con las comunidades y colabora en las obras de mejora de infraestructuras locales; y apoya a la Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca (AMUCC) mediante la compra de café de calidad a un precio superior al mercado, capacitación a las asociadas y financiación proyectos de desarrollo de la asociación. También lleva a cabo procesos de educación sobre caficultura de alta calidad en donde participan estudiantes de los municipios productores de café del Cauca y personas desmovilizadas de grupos armados ilegales.

Para desplegar las acciones en estos dos frentes, la estrategia de Supracafé se ha basado en una fuerte integración con el territorio y el fortalecimiento de relaciones con los actores locales, lo cual se materializa en un conjunto de acciones que realiza la empresa y a través de las cuales se lleva a cabo la transferencia de tecnología hasta los actores del SRCTeI del Cauca. A continuación, tomando como referente los niveles de transferencia de tecnología que propone Padilla (2008), en los cuadros 1 a 3 se identifican y clasifican estas acciones.

Cuadro 1. Acciones de transferencia de tecnología desde Supracafé España hacia Supracafé Colombia

Mecanismo	Acciones identificadas
Vistas de personal de Supracafé España o actores de su red hacia Supracafé Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de personal directivo de Supracafé España 4 o 5 veces al año para apoyar en temas estratégicos del negocio y vinculaciones con el mercado. • Visitas de clientes de Supracafé para que vivan la experiencia de cómo se produce el café y puedan manifestar sus necesidades, además de facilitar las exportaciones de café. • Visitas de baristas y de catadores internacionales para probar diferentes preparaciones con el café y transferir conocimientos sobre las necesidades y expectativas de los clientes respecto a cafés de alta calidad. • Visitas de estudiantes de universidades europeas y de otras ciudades colombianas que apoyan a Supracafé en proyectos como la construcción de paneles solares, o que realizan prácticas en la empresa.
Trasferencia a través de bienes de capital, planos, manuales, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría en la compra de maquinaria y equipo, específicamente en el proceso de selección de granos de la empresa española <i>Multiscan Technologies</i>, que ha adaptado un equipo para realizar la clasificación del grano. • Asistencia relacionada con el control de calidad

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Acciones de transferencia de tecnologías enfocadas en la capacitación de personal de Supracafé Colombia

Mecanismo	Acciones identificadas
Programas formales o informales de entrenamiento para empleados propuestos desde Supracafé España	<ul style="list-style-type: none"> • Curso internacional sobre procesamiento del Café –En alianza entre el Instituto de Calidad del Café (CQI), Tecnicafé y con el apoyo de Supracafé. • Capacitación de personal local para el manejo de la línea de clasificación del grano que se organizará con los equipos de Multiscan

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Acciones de transferencia de tecnologías desde Supracafé Colombia hacia los agentes locales

Mecanismo	Acciones identificadas
Compra de bienes y/o servicios de Supracafé Colombia a empresas locales	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de café a caficultores de la región, especialmente a AMUCC • Compra de software para el apoyo a la caficultura desarrollado en la región • Compra de insumos requeridos en la hacienda y hotel boutique de Supracafé • Contratación de personal de la región para trabajar en el hotel y en Tecnicafé
Asistencia técnica y/o administrativa de Supracafé Colombia a sus proveedores locales	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo administrativo y técnico a la cooperativa AMUCC • Apoyo a los caficultores vinculados con Supracafé para la obtención de certificaciones de calidad y ecológicas

	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción a nivel internacional de las cooperativas de café del Cauca. • Facilitar a los caficultores de la región el proceso de beneficio y secado en sus instalaciones • Contactos con compradores internacionales para la venta del café de la región • Gestión de recursos para apalancar proyectos para caficultores de la región.
Interacción de Supracafé Colombia con organizaciones locales orientadas a la innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en proyectos de I+D: Monitoreo de cambio climático, Núcleos de innovación, Aviturismo, Tecnicafé y 5 proyectos Universidad-Empresa-Estado-Sociedad (UEES) financiados por Innovación Cauca. • Construcción y operación de nuevas estructuras para la I+D (Parque Tecnológico de Innovación para la agregación de valor a la caficultura caucana-Tecnicafé) • Permitir y asesorar prácticas a estudiantes de las universidades de la región y de otras universidades colombianas. • Facilitar a estudiantes y grupos de investigación visitas técnicas relacionadas con las áreas de ingeniería agroindustrial, automática, turismo, agroambiental, ecología, biología, entre otras. • Participar en eventos académicos y de emprendimiento (foros y conferencias sobre innovación, Hackatones, entre otros)
Movilidad de personal local a las empresas locales , apoyo al emprendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra el caso de dos antiguos colaboradores de Supracafé que hoy cuentan con sus propias empresas para la producción y comercialización de café. • Hay tres casos de emprendimientos que han estado relacionados con Supracafé y Tecnicafé y a los que actualmente se les está apoyando para llegar a la fase de comercialización. • A través de Tecnicafé se está apoyando la creación de dos spin-off en temas de materiales de construcción aglomerados de café y cosecadores, producto de investigaciones de universidades de la región.
Participación de los gerentes en organizaciones o iniciativas locales	<ul style="list-style-type: none"> • Supracafé es socio líder de Tecnicafé. • A través de Tecnicafé es representante de los centros tecnológicos en el Comité Universidad Empresa Estado-CUEE y en CODECTI del Cauca • Tecnicafé participa la Red de Centros tecnológicos del Cauca en donde también participan el CREPIC, El Cluster Creactic y Cicaficultura. • Actualmente Tecnicafé y Supracafé lideran la iniciativa de crear una zona franca tecnológica, en donde se situarían otras empresas extranjeras como Multiescan.

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

La información recolectada y analizada permite definir que la existencia de un SRCTeI no influyó la decisión de Supracafé de invertir en el Cauca. Sin embargo, esta empresa ha logrado un fuerte involucramiento en la región, no solo con los actores del

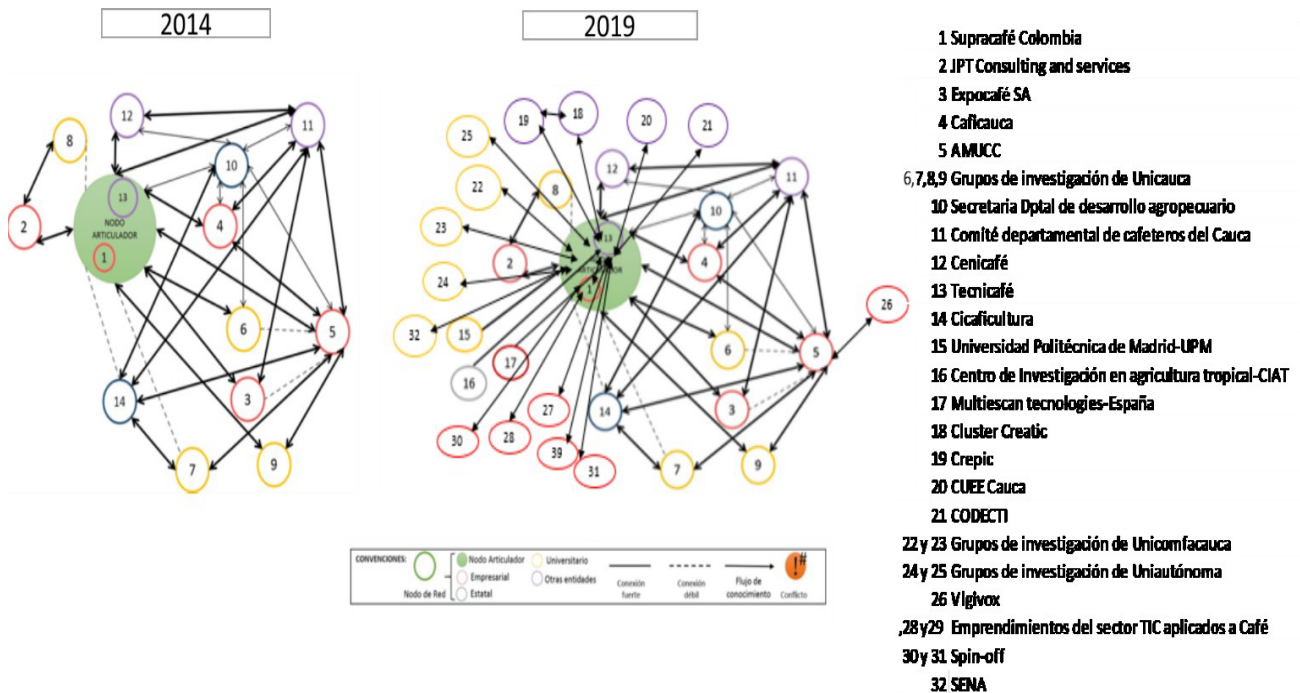
SRCTeI sino con la comunidad en general.

De acuerdo con las actividades identificadas en los 3 niveles de transferencia de tecnología (el nivel 4 propuesto por Padilla (2008) se incluye en tercero) puede indicarse que la empresa está contribuyendo a fortalecer las capacidades de producción de conocimiento locales y la economía de la región en general, a través de su articulación con actores de la región, especialmente con las universidades y centros de desarrollo tecnológico. Su relacionamiento con otras empresas está centrado en empresas del mismo sector y algunas vinculaciones a través de parque Tecnicafé con empresas del sector TIC y apalancamiento a spin-off relacionadas con el sector cafetero.

Su impacto en el SRCTeI del Cauca se estima especialmente en las actividades del nivel 3 de transferencia de tecnología, porque aquí se evidencia que la empresa ha tenido un fuerte involucramiento con el entorno donde está ubicada. Tomando en cuenta las tres características propuestas por Amin & Thrift (1994), puede indicarse que esta empresa, primero a través de sí misma y ahora a través del Tecnicafé, ha contribuido a fortalecer el SRCTeI del Cauca porque ha apoyado el aumento del número y variedad de actores que conforman el sistema, especialmente del Núcleo de innovación en Café, así mismo ha contribuido a fortalecer la relación entre los actores a partir de las actividades del nivel 3, como por ejemplo la participación de proyectos de investigación; y a la concreción de una visión común de innovación para el SRCTeI en general y del Núcleo de café en particular, esto a través de su participación en espacios como el CUEE o el CODECTI del Cauca.

Por todas las actividades que desarrolla la empresa en conjunto con su red de actores, así como por su capacidad de liderazgo, Supracafé fue designada como el nodo articulador del Núcleo de Innovación en Café desde 2014 y desde ahí ha facilitado la dinámica de articulación de este Núcleo (Proyecto Núcleos de Innovación, 2015). Esto puede verificarse si se compara la red de actores de este Núcleo en 2.014 con la de la actualidad. (Ver gráfico 3).

Gráfico 3. Mapa de actores del Núcleo de Innovación en Café del Cauca 2014 y 2019



Fuente: Proyecto Núcleos de Innovación, 2014 e Innovación Cauca, 2019

El gráfico 3 también muestra que Supracafé Colombia es tanto un receptor como un proveedor de conocimiento para los actores del SRCTeI del Cauca, y que las relaciones con la mayoría de los actores son fuertes dado que se han materializado a través de proyectos de investigación conjuntos y continúan hasta el momento. Este papel de dinamizador de conocimiento está siendo fortalecido a través del Parque Tecnicafé que lleva aproximadamente tres años de funcionamiento, y en donde se están llevando a cabo acciones de innovación y proyección social de la caficultura caucana, se apoya el emprendimiento relacionado con la caficultura y se fortalece la participación en escenarios de decisión y articulación de la ciencia, la tecnología y la innovación en la región.

De acuerdo a los actores que del SRCTeI entrevistados, la presencia de Supracafé en el Cauca ha contribuido a fortalecer el sistema porque establece nuevos retos a las empresas locales para competir y motiva el desarrollo de alianzas, la innovación y el intercambio de conocimiento; además, participa activamente en ejercicios de planificación territorial aportando nuevas perspectivas a la realidad local, están dispuestos a trabajar colaborativamente con otras organizaciones de CTeI para llevar a cabo proyectos de impacto regional en lo económico y lo social, y están contribuyendo a la renovación tecnológica de la caficultura caucana.

5. Discusión

El caso analizado permite indicar que la IDE en países en vía de desarrollo todavía está motivada principalmente por la búsqueda de recursos naturales. Sin embargo, la capacidad de creación de conocimiento a nivel nacional y regional es uno de los factores que permite que las actuaciones que realizan las EMN no se limiten al consumo de los recursos naturales y/o contracción de mano de obra barata, sino que avancen hacia mandatos creativos, a partir de los cuales su impacto en las regiones estará relacionado con el fortalecimiento de capacidades de producción de conocimiento, aportando de esta manera al catching-up en estos países.

Es importante mencionar el compromiso que debe existir de parte de los actores locales para fortalecer tanto los SRI como las demás condiciones que buscan las EMN a la hora de escoger el destino de acogida. En el estudio de caso, por ejemplo, los actores del SRCTeI resaltan que el departamento del Cauca debe aún avanzar en la mejora de algunos factores internos para convertirse en un destino más llamativo para la IDE, tales como la infraestructura de transporte y de servicios públicos, la conectividad, los trámites para hacer negocios y la gestión pública; además de seguir trabajando para fortalecer las relaciones entre las instituciones que fomentan la investigación y la innovación, y fortalecer las redes empresariales. En este sentido debe tenerse presente que como afirman Iammarino et al. (2008): “la IDE es un complemento pero no un sustituto para crear sistemas de innovación fuertes”.

Además de velar por brindar unas condiciones adecuadas para la IDE, los actores locales y en especial los gobiernos nacionales y locales, deben establecer estrategias de atracción que vayan más allá de las subvenciones tributarias, apostando por la creación de estrategias sistémicas fundamentadas en la generación y promoción de capacidades internas a nivel productivo y de conocimiento, en las que las EMN se involucren a través de acciones como las que se recogen en los niveles de transferencia de tecnología descritos por Padilla (2008), especialmente las incluidas en el nivel 3, que son las que permiten un mayor involucramiento de las subsidiarias en el entorno local y por ende un mayor impacto; de esta manera se generan

sinergias que fortalecen la región.

El estudio muestra que Supracafé ha tenido un impacto positivo sobre el SRCTeI del Cauca porque ha permitido fortalecerlo organizacional e institucionalmente: hay un mayor número de actores que se han vinculado al Núcleo de Café, se creó Tecnicafé, también se han fortalecido las relaciones entre actores que trabajaban cooperativamente, y se han establecido nuevas relaciones con agentes nacionales e internacionales. Todo ello permite considerar a la empresa Supracafé como un facilitador, de acuerdo a la clasificación de Kramer & RevillaDiez (2012), dentro del SRCTI del Cauca. Alcanzar estos resultados depende tanto de la voluntad de transferir como de las capacidades de absorción de conocimiento por parte de los agentes locales, como de las estrategias tecnológicas seguidas por las empresas subsidiarias. En el largo plazo, como sucede en este caso, el SRI puede verse favorecido por la presencia de IDE y, a medida que avanza el SRI hacia mayores cotas de desarrollo, también las empresas avanzan hacia mandatos más creativos.

6. Conclusiones

El caso de Supracafé permite identificar que si bien en un inicio las características geográficas de la región constituyeron la principal motivación de la decisión de inversión en el Cauca, este aspecto ha ido complementándose, y actualmente la empresa considera que la región cuenta con otras fortalezas tales como las de capital humano, cultura y desarrollo científico tecnológico lo que, junto al compromiso y el consenso definirían la cuádruple hélice regional (UEES) (Echeverry, 2016).

Si bien es cierto que los cambios ocurridos en el SRCTeI no se deben solamente a las acciones de Supracafé sino que son el resultado de las actividades realizadas conjuntamente entre esta empresa y los demás actores del sistema, el caso permite corroborar la importancia del compromiso de las empresas extranjeras en la generación de capacidades locales, sin limitar sus actuaciones al mandato explotativo.

En el estudio no se analiza el impacto que tiene para la empresa su alta integración e interacción con los actores del SRCTI del Cauca, habida cuenta de que Supracafé también se beneficia de las dinámicas de generación y difusión de conocimiento regionales, teniendo en cuenta que dentro de su modelo de negocio la I+D es un componente fundamental y que está podrá mejorarse a través de estructuras como Tecnicafé, definido como el primer parque de innovación agrícola en Colombia y el primero de Café del mundo.

7. Referencias bibliográficas

- Alvarez, I., & Cantwell, J. (2011). International integration and mandates of innovative subsidiaries in Spain. *International Journal of Institutions and Economies*, 3, 415-444.
- Alvarez, I., & Marin, R. (2009). Internacionalización empresarial y sistemas de innovación en países en desarrollo. *Cuadernos económicos de ICE*(78), 143-166.
- Amin, A., & Thrift, N. (1994). Living in the global. En A. Amin, & N. Thrift, *Globalization, institutions, and regional development in Europe* (págs. 1-22). Oxford: Oxford University Press.
- Builes, F. (05 de Junio de 2016). Un centenar de mujeres colombianas se organizan en una cooperativa cafetalera. *Europress*, pág. 1. Recuperado el 8 de Abril de 2017, de <http://www.notimerica.com/economia/noticia-centenar-mujeres-colombianas-organizan-cooperativa-cafetalera-20160605130618.html>
- CAUCACYT, E. (2004). *Agenda Caucana de Ciencia y Tecnologia*. Popayán.
- Cantwell & Iammarino (2003) en Kramer, J., & RevillaDiez, J. (2012). Catching the Local Buzz by Embedding? Empirical Insights on the Regional Embeddedness of Multinational Enterprises in

- Germany and the UK. *Regional Studies*, 46(10), 1303–1317.
- Cantwell, & Mudambi, R. (2005). 'MNE competence-creating subsidiary mandates'. *Strategic Management Journal*, 26, 1109–28.
- Cooke, P. (2001). Sistemas de innovación regional: conceptos, análisis y tipología. En: Olazaran, M. & Uranga, M. (Coords.), *Sistemas regionales de innovación*. Bilbao: Ed. Universidad del País Vasco.
- Díaz, J. (12 de Marzo de 2017). La revolución del Café en Madrid. *El Mundo*, pág. 1. Recuperado el 8 de Abril de 2017, de <http://www.elmundo.es/madrid/2017/03/12/58c43d7922601d9c698b4613.html>
- Dunning, J. (1994). Re-evaluating the benefits of foreign direct investment. *Transnational corporations*, 3(1), 23-51.
- Dunning, J. (2008). *Multinational enterprises and the global economy/ John H. Dunning and Sarianna M. Lundan*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Echeverry, C. (2016). Corporación Parque Tecnológico de Innovación del Café y su Caficultura: Parque Tecnológico Tecnicafé. Popayán.
- Gobernación de Cauca, Universidad del Cauca. (2012). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, tecnología e Innovación del Cauca-Conciencia Cauca*. Popayán.
- Heather, B., Guillen, M. F., & Zhao, N. (2010). An institutional approach to cross-national distance. *Journal of International Business Studies*, 41(9), 1460-1480.
- Iammarino, S., Padilla, R., & Von Tunzelmann, N. (2008). Technological Capabilities and Global-Local Interactions: The Electronics Industry in Two Mexican Regions. *World Development*, 36(10), 1980–2003.
- Innovación Cauca. <http://www.unicauca.edu.co/innovacioncauca/>. Innovación Cauca Kramer, J., & RevillaDiez, J. (2012). Catching the Local Buzz by Embedding? Empirical Insights on the Regional Embeddedness of Multinational Enterprises in Germany and the UK. *Regional Studies*, 46(10), 1303–1317.
- Meyer, C., Mudambi, R., & Narula, R. (2011). Multinational Enterprises and Local Contexts: The Opportunities and Challenges of Multiple Embeddedness. *Journal of Management Studies*, 48(2), 235-251.
- Narula, R. (2002). Innovation systems and 'inertia' in R&D location: Norwegian firms and the role of systemic lock-in. *Research Policy*, 31, 795-816.
- Narula, R., & Dunning, J. (2000). Industrial development, Globalization and multinational enterprises: New realities for developing countries. *Oxford Development studies*, 28(2), 141-167.
- Padilla, R. (2008). A regional approach to study technology transfer through foreign. *Research Policy*, 37, 849-860.
- Pembherty, L. S., Plazas, A., & Castillo, Y. Y. (2012). Núcleos de Innovación: un modelo de desarrollo competitivo para el Cauca. *Punto de Vista*, 3(4), 81-99
- Proyecto Núcleos de Innovación. (2014). *Mapas de red de los Núcleos de Innovación del Cauca*. Popayán.
- Proyecto Núcleos de Innovación. (2015). *Fortalecimiento del Núcleo de Innovación de Café a través de la integración de los enfoques social y productivo para facilitar la promoción de una caficultura innovadora en el Cauca*. Popayán.
- Salamonsen, K. (2015). The Effects of Exogenous Shocks on the Development of Regional Innovation Systems. *European Planning Studies*, 23(9), 1770–1795.
- Sánchez, E. (2016). Aproximación a la Huella de pobreza del sector de café en Colombia. El caso de Supracafé. Madrid: ONGAWA
- Supracafé. (<http://www.supracafe.com/supracafe.php>). *Supracafé*. Obtenido de Supracafé. Yin, R. (2014). *Case study Research: Design and Methods* (Quinta ed.). California: Sage.

Cafés de especialidad en Chiapas: impulsores e inhibidores para su sostenibilidad

Adriana Alicia Quiroga Carapia
El Colegio de la Frontera Sur y Universidad Nacional Autónoma de México, México
aquiroga@ecosur.mx

Rebeca de Gortari Rabiela
Universidad Nacional Autónoma de México, Investigadora Titular IIS, México
rebeca.degortari@gmail.com

Resumen

En la última década, la diferenciación del café se ha centrado en la calidad de taza, y este nicho es potencialmente significativo en Chiapas, México, debido entre otras causas a las propiedades del cultivo de altura, las cualidades edafológicas que presentan los suelos en los territorios cafetaleros, y el nivel de empoderamiento de las empresas sociales que producen el aromático. El objetivo de este trabajo es describir, a partir de una revisión bibliográfica y la realización de entrevistas semiestructuradas con actores clave, la emergencia de los cafés especiales en Chiapas, como un proceso de innovación socioambiental que ocurre en contextos específicos, en este caso, los territorios cafetaleros con una alta vulnerabilidad socio ambiental. En el trabajo desarrollado se identifican los inhibidores e impulsores de este proceso innovativo para el desarrollo sostenible.

Palabras clave

Empresa social, territorio cafetalero, cafés especiales

1. El proceso de ser diferente en una cadena global de valor

En la última década, el crecimiento sostenido de la demanda de café es una tendencia mundial (Giovanucci y Juárez-Cruz, 2006; Euromonitor Consulting, 2017) y es el *commodity* que en diversas fuentes bibliográficas se ha equiparado al valor comercial de las exportaciones del petróleo (Ortiz-Ceballos et al., 2004). Sin embargo, de acuerdo con el Observatorio de Complejidad Económica, el café sin tostar, ocupa la posición 118 en productos que se comercializan (OEC, 2017). En México, el café genera un valor comercial superior a los 80 mil millones de dólares (AMECAFÉ, 2012); sin embargo, la denominada “paradoja del café” descrita por Laviron y Ponte (2005) en (Luna y Wilson, 2015) persiste, y es que, mientras existen precios altos para los países importadores y se incrementa la demanda, históricamente los países productores reciben precios muy bajos y deben lidiar con las externalidades negativas de la cadena global de valor.

El café se ha caracterizado por ser un *commodity* en un mercado históricamente dinámico y complejo, entre otras razones, debido a una marcada regionalización entre las fuerzas de la oferta y la demanda, las altas variaciones de los precios, la incipiente especialización y escaso desarrollo tecnológico de los países productores, la vulnerabilidad ambiental, la precariedad socioeconómica de las familias productoras, el desconocimiento de los países consumidores de los orígenes del grano y las presiones políticas y comerciales entre los países.

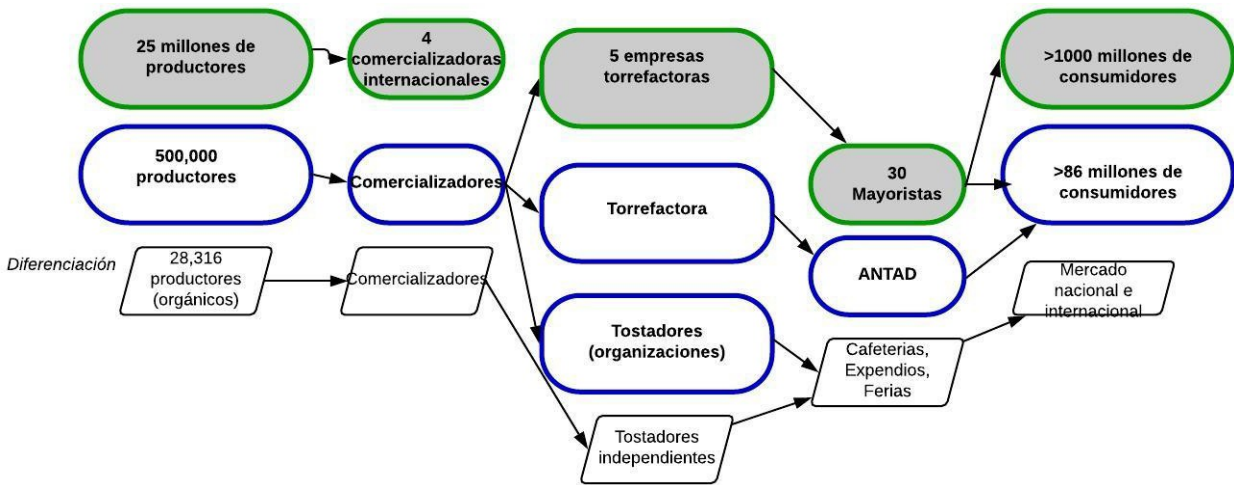
En el siglo XX, el mercado internacional del café experimentó dos situaciones: un esquema de comercio regulado entre los países productores y consumidores y un esquema de libre comercio, en este último, vigente a partir de 1988, la fijación del precio se basa en el mercado internacional, el cual varía año con año e incluso durante el mismo. De acuerdo con la FAO (2015), aunque el consumo de café se ha incrementado, quienes cultivan el mayor volumen del café (productores minifundistas) operan en una cadena de valor global, en donde un vasto y a menudo desorganizado número de productores, están expuestos a las reglas del libre mercado, controlado por algunas pocas comercializadoras y empresas tostadoras.

Es importante señalar que, en el mercado internacional, los lotes de café se comercializan y se cotizan con un precio según su pertenencia a uno de los siguientes grupos: arábica lavados (producidos principalmente en Colombia); otros suaves (arábica, producidos en México y Centroamérica); brasileños naturales (arábica de Brasil y América del Sur) y robustas (producidos en África, Asia y algunos países de América). Este señalamiento es relevante para identificar las opciones de especialización en el país. Por ejemplo, Vietnam creció notablemente con base en la oferta de café robusta, sin embargo, este tipo de café no es considerado un café de especialidad, mientras que Colombia produce 100% variedades de arábica, que tienen el mejor porte y calificación en taza

No existe información que coincida respecto al volumen de los cafés diferenciados que se comercializan a nivel mundial, se estima que los denominados certificados representan el 8% del mercado, en tanto que los cafés certificados de alta calidad (Specialty) constituyen el 13% (Giovannucci y Juárez-Cruz, 2006; AMECAFE, 2012). En el ciclo cafetalero reciente, de 2015- 2016, el 53% de la producción mundial de café, correspondió a la variedad arábica y el 43.7% a la robusta, y en la última década, el crecimiento del café robusta presentó mayor dinamismo (tasa promedio 3.6%) que el arábigo (tasa 2.0%) (FIRA, 2016).

En la cadena global de valor participan los productores, organizados o no, comercializadoras (unas veces conformadas por los mismos productores), las torrefactoras (o tostadores) que son quienes agregan el mayor valor al café, al industrializarlo y dejarlo listo para que los distintos tipos de minoristas y mayoristas lo hagan llegar al consumidor. En la Figura 1 se esquematizan algunos de los segmentos clave en la cadena global y la nacional de cafés convencionales y el nicho emergente de los cafés especiales. Los segmentos de la cadena no difieren entre sí, pero el poder de negociación entre los segmentos y las motivaciones de los actores sí hacen una diferencia. De acuerdo con AMECAFE (2012) el esfuerzo de los países productores por exportar cafés diferenciados y cafés con valor agregado (descafeinados, solubles y extractos) es una de las acciones a seguir para revertir la marcada desigualdad en la apropiación del valor de la cadena.

Figura 1. Segmentos de la cadena global de valor del café convencional y especial



Fuente: Modificado de AMECAFÉ, 2012

1.1. Conceptualización de los cafés especiales

Si se considera que la producción y comercialización del café data de varios siglos, el movimiento de los cafés especiales es bastante reciente. Surge a inicios de la década de los setenta, por la demanda de consumidores en Estados Unidos, quienes buscaban mayor calidad en el café y cierta diferenciación de los productos que percibían homogéneos (Escamilla y Landeros, 2016). El concepto de cafés especiales, originalmente inmerso en la cultura de café estadounidense, incluyó cualquier tipo de café con características diferentes a los denominados convencionales o normales; en 1974, Erna Knutsen¹ acuñó el término de “café de especialidad” que hoy en día sigue vigente, referido a una variedad de granos de café diferentes. Aunque entre países de Europa, Japón y Estados Unidos, varía el énfasis sobre la característica intrínseca de los cafés especiales, se coincide en señalar que la calidad es el elemento fundamental diferenciador.

En el sector cafetalero, la calidad es un concepto con diversas aristas, debido a las múltiples configuraciones del café. Es decir, el café ha sido diferenciado por su calidad ecológica (café amigable con el ambiente, café amigable con las aves), calidad social (café comercio justo), calidad agronómica (café orgánico), calidades físicas como tamaño, color y defecto (café de volumen) y por su calidad resultado de las características sensoriales (café especial) (Läderach et al., 2006). A los cafés especiales también se les ha denominado cafés de calidad, sin embargo, la calidad es un factor que puede estar presente en cualquier tipo de café diferenciado, y se evalúa de manera diferente. Por ejemplo, en el mercado de cafés de volumen, la calidad es definida por sus características físicas (como tamaño del grano y defectos físicos) y puede ser evaluada objetivamente a través de procesos de control. En cambio, la calidad de los cafés especiales (que se comercializan en un mercado de microlotes) está definida por sus

¹ Knutsen fue pionera en la formación de la Asociación de Cafés Especiales (Specialty Coffee Association: SCA) fundada en 1982, por un pequeño grupo de profesionales del café y hoy en día, es la asociación comercial del café más grande del mundo, con cerca de 2,500 miembros. Sus pautas para la determinación de la calidad organoléptica del café, han creado los estándares reconocidos de forma unánime por los diversos actores del mundo del café y engloban especificidades de la cadena, desde los productores hasta los baristas.

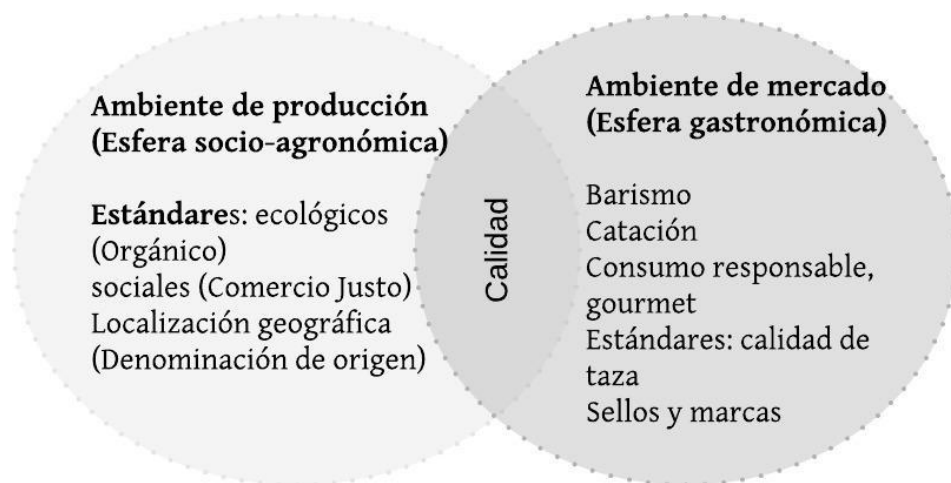
características organolépticas, es decir, por los atributos sensoriales identificados en la catación.

Existen varias propuestas para definir el café de especialidad. Kramer (2001) propone un concepto orientado por la calidad y lo define como:

(...) una calidad artesana de café –entendido como bebida- juzgada por un consumidor en un mercado limitado, que aprecia una calidad y un gusto único y personalizado, diferente de las demás bebidas de café en oferta. La bebida debe proceder de granos de café de un área definida, con un cultivo que tienda a alcanzar los mejores parámetros de café verde. La bebida a su vez se hará con café tostado, almacenado y elaborado de forma que se alcancen los mejores estándares artesanos.

Läderach *et al.*, (2006) los describen como cafés originarios de un ambiente de producción específico (ambiente natural, ambiente de manejo agrícola y ambiente de prácticas post-cosecha) en donde la calidad se expresa a través de un conjunto de atributos organolépticos que son requeridos por los consumidores. Los autores precisan que el café especial incluye tres componentes: i) el ambiente de producción que proporciona una característica particular al café y que se expresa en ii) su calidad y que es requerido por iii) el mercado (Figura 2).

Figura 2. Esferas que integran el ámbito de los cafés especiales



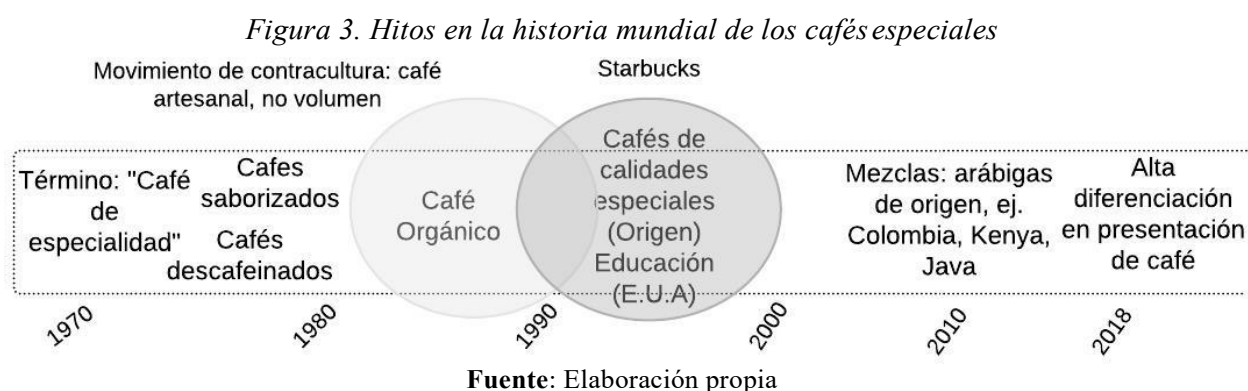
Fuente: Läderach et al., 2006

Otra aproximación es la de Escamilla y Landeros (2016) quienes proponen que:

Los cafés de especialidad son aquellos que conservan una consistencia en sus características físicas (forma, tamaño, humedad, apariencia y defectos), sensoriales (olfativas, visuales y gustativas), prácticas culturales (recolección, lavado, secado) y en sus procesos finales (tueste, molienda y preparación); características que los distinguen del común de los cafés y por las cuales los clientes, quienes aprecian un sabor de taza diferente, están dispuestos a elegirlos.

2. Hitos en el desarrollo internacional y nacional de los cafés especiales

A inicios de los años 70, a partir de la diversificación de los productos del café, se incrementó el consumo de descafeinados en los Estados Unidos y a mediados de los años 80 surgieron los cafés perfumados y saborizados (vainilla, almendra, chocolate, frutas) que se distribuyeron ampliamente. En los años 90, Starbucks fue pionera en hacer accesible a la población en general los cafés diferenciados, mediante una presentación de cafés de tueste oscuro y comercialización de cafés diferenciados por el origen, educación sobre calidad de café al consumidor y la venta de productos asociados (Guadarrama, Escamilla, Partida y Trujillo, 2002). Los mismos autores señalan que el crecimiento del nicho de cafés especiales se sostuvo y en esa década, aparece el café orgánico y posteriormente el café con sello de comercio justo (Figura 3).



En México, el café es el principal cultivo agrícola de exportación, ocupa el sitio 10 como país exportador en la producción de café convencional y el segundo, en la producción de café orgánico. Aproximadamente el 94.5% de la producción es arábica y el 5.5% robusta. El 64% del volumen exportado en el ciclo 2015-2016 corresponde a café verde, 6.2% café tostado y molido y el 29.6% a café soluble. Alrededor del 62% tuvo como destino EU, y otros mercados son España, Bélgica, Alemania, Canadá, Cuba y Japón (FIRA, 2016). Aunque se comparte el liderazgo con Perú en la exportación de café orgánico y de otras certificaciones, en materia de calidad certificada, está lejos de países como Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras y El Salvador, por mencionar algunos países del continente americano (AMECAFÉ, 2012; Euromonitor, 2017).

De acuerdo con Euromonitor (2017) las certificaciones son importantes para el comercio exterior, sin embargo, para el mercado nacional los cafés certificados no son relevantes; El café orgánico (el más importante de los cafés certificados en el país), representa menos del 1% del volumen que se vende en tiendas de autoservicio. Euromonitor identificó que de 911 cafés en tiendas departamentales, el 6.8% tenía un tipo de certificado orgánico y el 1.8% de comercio justo (Euromonitor, 2017).

Aunque se reconoce la calidad de algunos cafés de Veracruz, Chiapas y Oaxaca, como el Pluma Hidalgo que se cultiva en la Costa Pacífico, no más del 10% están clasificados como cafés de especialidad por la SCA (Escamilla y Landeros, 2016). Se ha considerado que una vía para que los cafés mexicanos incursionen en el mercado de especialidad, es a través de la denominación de origen, debido a que en el país existen áreas con condiciones agroecológicas muy específicas, por ejemplo, existen variedades arábicas de renombre, como las cultivadas en

Coatepeq y Oaxaca, y las recientes denominaciones de origen de Café Veracruz y Café Chiapas² pero no han sido suficientemente aprovechadas por consejos o entidades que regulen las denominaciones.

El objetivo de esta investigación es describir el surgimiento de los cafés especiales en Chiapas, en un contexto de territorios específicos de alta vulnerabilidad socioambiental. Se realizó una revisión bibliográfica para contextualizar el marco de los cafés especiales, posteriormente se diseñó una entrevista y se condujo con actores clave: gerentes de cafeterías, de organizaciones no gubernamentales, trabajadores y socios de empresas sociales. Las entrevistas fueron codificadas con el software ATLAS ti 8. Los resultados se presentan en tres secciones: los hitos en el ámbito regional que provocaron la aparición de los cafés especiales, sus atributos y la descripción de los impulsores e inhibidores del ecosistema. Finalmente se desarrollan las conclusiones del trabajo.

3. Innovación en territorios específicos: los cafés de especialidad en Chiapas

Chiapas es el principal productor y exportador de café orgánico del país, con volúmenes que se estiman en menos del 2%. Su trayectoria como un Estado productor de café orgánico se remonta hacia mediados de la década de los años 80, gracias a los aportes de productores privados tales como la Finca Irlanda y organizaciones pioneras, como “Indígenas de la Sierra Madre de Motozintla” (ISMAM), quienes incursionaron en este nicho para hacer frente a la baja productividad, los precios desfavorables y los altos costos de producción con insumos químicos.

Dentro de las diversas variedades de café arábica que se cultivan en Chiapas, se encuentran: Typica, Bourbón, Caturra, Garnica, Mundo Novo, Catuai y Pacamara, cultivadas en pendientes escarpadas, con alturas superiores a los 1100 msnm, bajo árboles de sombra y con un uso muy limitado de agroquímicos.

A diferencia de productores como Brasil y Colombia, en México el café es producido por familias campesinas e indígenas y en pequeña escala, e involucra por lo menos a 500,000 productores (AMECAFÉ, 2012; FIRA 2016). El 65.5% de los productores, pertenecen a 30 etnias y las áreas que habitan son consideradas regiones bioculturales prioritarias para la conservación, en donde muchos de estos productores han incursionado en el mercado orgánico y el comercio justo, segmentos de la cadena comercial con potencial de contribuir a fortalecer su identidad y la de los agroecosistemas cafetaleros (Moguel y Toledo, 1996).

Los cafés especiales en Chiapas surgen vinculados al modelo de negocios de Starbucks Coffee Company y al mercado estadounidense, su principal consumidor. A finales de la década de los años 90, la empresa promovió alianzas regionales para implementar un proyecto denominado “Café de Conservación” que promovía el cultivo de café con criterios ambientales de café bajo sombra (shade grown, que sería una marca comercial) en una zona donde el café de altura era ampliamente conocido por los productores. El proyecto fue coordinado por Conservación Internacional (CI) organización no gubernamental dedicada a la conservación de la biodiversidad y financiado por la Agencia de Estados Unidos de Cooperación para el Desarrollo (USAID). Participaron organizaciones gubernamentales como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y centros de investigación como El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), quienes trabajaron de manera coordinada con los productores y las organizaciones para desarrollar capacidades en la generación de un tipo de calidad de café, que

² Actualmente no se utilizan las denominaciones debido a que falta un organismo regulador.

se convertiría en una marca de Starbucks: Shade Grown Mexico y un detonador para este tipo de segmento a nivel internacional.

Si bien los cafés especiales en Chiapas no emergen a finales de los años 90, si lo hicieran internacionalmente y este proyecto es un parteaguas en la generación de capacidades para mejorar la trazabilidad del producto y el empoderamiento de las organizaciones cafetaleras asentadas en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera El Triunfo (REBITRI) (Ejea, 2011), quienes posteriormente serían las precursoras, como empresas sociales, en incursionar a este nicho de mercado.

Las organizaciones no gubernamentales también tuvieron un rol relevante, por ejemplo, la Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café (AMECAFÉ) coordinó en 2012 la primera edición del evento “Taza de Excelencia” en México, un evento que motiva el seguimiento y descubrimiento de este tipo de productos. AMECAFÉ es el socio local del *Coffee Quality Institute* y de *Alliance for Coffee Excellence* con quienes implementa los programas de evaluación, certificación y comercialización de cafés de especialidad. Cabe mencionar, que los ganadores con mayor recurrencia en estos certámenes son productores privados y ocasionalmente organizaciones o empresas sociales. Otras organizaciones internacionales como Solidaridad (fundadora de la marca de Comercio Justo Max Havelaar) desarrollan en Chiapas y otras regiones de América Latina el programa de “Café Climáticamente Inteligente” que busca desarrollar capacidades en las organizaciones locales para la producción de cafés de alta calidad.

Existen certámenes que han premiado recientemente al sector cafetalero de Chiapas³ (Rendrus, 2015) lo cual lo posiciona a nivel nacional. Si bien los aspectos anteriores fomentan el nicho de los cafés especiales, no se identificaron programas de política gubernamental que se orienten específicamente a ellos. Existe la marca Chiapas para productos agroindustriales y desde el 2003 se obtuvo la denominación de origen “Café Chiapas”, sin embargo, no se cuenta con un organismo que gestione la denominación y se ha documentado que no tienen un papel relevante en el desarrollo de las zonas cafetaleras (Pérez-Aakaki y Pérez-Tapia, 2012). Se debe señalar que estas propuestas no son orientadas a obtener calidad y cafés especiales, por ejemplo, la denominación de origen incluye a cafés que se producen en altitudes mayores de 800 msnm (cuando las variedades de cafés arábicas se desarrollan en altitudes superiores a los 1100 msnm) y la marca Chiapas pide una calificación en taza mayor a 80, cuando los cafés de Taza de Excelencia deben tener una puntuación mayor a 85.

El mercado local ha jugado un papel importante; en 2010 surgen cafeterías en las ciudades de Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de Las Casas y Tapachula orientadas a ofrecer cafés de origen y preparaciones específicas. Nace en Chiapas la sociedad civil denominada Cafeología, dedicada a la investigación, educación y desarrollo de los cafés especiales. Las nuevas tecnologías de la información y el comercio electrónico, en el que destacan empresas como My Coffee Box (Empresa de Chiapas que comercializa café orgánico a nivel nacional e internacional), ha permitido que los consumidores identifiquen y seleccionen ciertos tipos de cafés y que desarrollen atención especial en el origen y en la experiencia del consumo, atributos que se describirán en el siguiente apartado y que definen a los cafés especiales en Chiapas.

³ La vigésima edición de la RENDRUS (Red Nacional de Desarrollo Rural Sustentable) en 2015 otorgó el primer lugar a la experiencia denominada “Del café a la taza, un Café Justo y Chiapaneco”.

3.1. Atributos del café especial en Chiapas

Como resultado de las entrevistas, se identifica que los cafés especiales en Chiapas se caracterizan por: el origen, los procesos de producción y transformación y la experiencia del consumidor.

En cuanto al Origen, se constata que “Los cafés especiales están relacionados con sitios geográficos específicos” (Fuente: Entrevistas). Desde que se acuñó el término, los cafés especiales se han caracterizado por ser provenientes de sitios geográficos específicos, debido a la importancia de los microambientes en que se cultivan, y por esta razón, se ha asociado la denominación de origen, con un café de calidad especial, que provoca en los consumidores una selección y preferencia, por ejemplo, el Blue Mountain de Jamaica, los Cafés de Java de Sumatra, los Supremos de Colombia o los cafés de Jaltenango en México.

Existe un consenso sobre la relevancia de mantener un cuidadoso proceso de producción, con estándares mínimos en cada etapa (cultivo, cosecha y postcosecha), que se reflejarán en el sabor que adquirirá el café. Los cafés especiales se identifican debido a que:

Siguen procedimientos adecuados para cuidar los aspectos íntegros del grano, desde el corte del grano, el manejo en el transporte, el almacenamiento, el despulpado sin haber dañado los granos, los tiempos y las condiciones ambientales adecuadas para el lavado y secado (Fuente: Entrevistas).

Los hallazgos coinciden con Kramer (2001), Läderach et al., (2006) y Escamilla y Landeros (2016) quienes se aproximan al concepto de cafés especiales, a partir de la calidad (aunque se establece que no es sinónimo) y que dicha calidad, se expresa en las distintas etapas de la producción de la taza de café.

Quienes eligen este tipo de cafés especiales, son un actor clave y presentan al menos dos motivaciones, que pueden ser muy contrastantes entre si. La primera implica “generar un acercamiento a las familias productoras para conocer mejor los procesos de producción” (Fuente: Entrevistas) y “pagar un precio digno debido a lo elaborado y cuidadoso del proceso artesanal” (Fuente: Entrevistas) y la segunda, se trata de adquirir una experiencia de consumir un producto gourmet o sofisticado, debido a que “un café especial es la forma en que lo preparas, puedes probar y tener una experiencia emocional, por eso la gama de opciones es amplia” (Fuente: Entrevistas) y ello no considera necesariamente que sea un proceso de producción justo o ambientalmente responsable.

3.2. Impulsores e inhibidores en el ecosistema de cafés especiales en Chiapas

Los nuevos retos provocados por la variabilidad climática (Schorth et al., 2009) y el análisis prospectivo realizado por Giovannucci y Juárez-Cruz (2006) y Escamilla y Landeros (2016) indican que los cafés especiales son uno de los nichos de mayor oportunidad e innovación para los cafés de México, en donde los productores, al participar en organizaciones bien administradas y democráticamente representativas, podrían acceder, con mayores posibilidades de éxito, a un mayor nivel de valor agregado y poder de negociación con los poderes prevalecientes (Giovannucci y Juárez-Cruz, 2006). Por ahora, en cuanto a cafés diferenciados, el posicionamiento de los cafés de México ha sido en el segmento de cafés

orgánicos⁴ y en el segmento de cafés de comercio justo⁵.

De acuerdo con Giovannucci y Juárez-Cruz (2006), si se considera la estructura productiva de México (concentrada en productores minifundistas) su ventaja competitiva no será la producción convencional, sino que las mejores oportunidades apuntan hacia los cafés diferenciados. En Chiapas, a partir de la década de los años 90, con los antecedentes del café orgánico y posteriormente con el café certificado por Comercio Justo, el nicho de mercado de los cafés especiales ha sido explorado por diversos actores y está en proceso de construcción. Las capacidades desarrolladas para adquirir las certificaciones orgánicas y de Comercio Justo, han permeado en estandarizar las prácticas de producción y obtener mayor claridad en la importancia de la trazabilidad del origen del producto. La interacción de estos actores y su relación con otros del sistema cafetalero provoca la emergencia de lo que se denominará el ecosistema de cafés especiales. En dicho ecosistema se expresan algunos impulsores e inhibidores (Tello y Yoon, 2008) que permiten o no, su sostenibilidad y perduración en el tiempo.

Dentro de los impulsores se identifica la regulación gubernamental, cuando se acompaña de organizaciones empoderadas que asumen un rol activo en la elección de las variedades que requieren para renovar sus cafetales. La selección de las variedades es un aspecto clave para asegurar la calidad en taza del café. En Chiapas, se ubican regiones biogeográficas de óptima altitud, con sombra diversa y el predominio de variedades arábicas tradicionales, especialmente Typica y Bourbon, cuyo porte alto y propiedades organolépticas (fragancias, acidez, cuerpo) les proporcionan una consistencia en la calidad que se obtiene en taza; sin embargo, la política gubernamental de los últimos años de la SAGARPA, podría inhibir este proceso pues ha introducido variedades de café robusta para la renovación de cafetales, las cuales han sido aceptadas por los productores que previamente experimentaron la devastación de la roya con la expectativa de sembrar e incrementar la producción, sin estar informados sobre las desventajas del café robusta.

En contraste, el conocimiento local y los procesos de apropiación de dicho conocimiento, en algunas empresas sociales y por parte de productores privados, han dado como resultado la selección de variedades locales resistentes a las plagas (en particular la roya) y su producción en viveros comunitarios, lo que potencialmente disminuye la dependencia de las empresas privadas (asociadas con los programas públicos de renovación de cafetales) y fortalecen su vínculo con el territorio. Esto coincide con lo señalado por Amaro-Rosales y de Gortari-Rabiela (2016), quienes proponen analizar diversos procesos de innovación inclusiva que emergen en un grupo de caficultores, dando como resultado mejorías sociales y económicas para los socios y concluyen que las innovaciones, en un contexto agrícola y en el cual prevalece la escasez de recursos y severas problemáticas socioambientales, son relevantes cuando se utilizan para resolver problemas concretos y los socios participan en algunas de las etapas del proceso innovativo.

Otro de los impulsores es la demanda creciente de los clientes, que ha favorecido asociaciones entre diversos componentes de la cadena de valor. Por ejemplo, las Fundaciones y Organizaciones No Gubernamentales que favorecen la creación de capacidades y habilidades para las transacciones comerciales y para mejorar las relaciones con los clientes, como el caso

⁴ Cafés cultivados bajo un ambiente libre de agroquímicos (fertilizantes, fungicidas e insecticidas) y que requieren un manejo agroecológico que conserve los recursos naturales, en particular, el suelo.

⁵ Comercio justo: Cafés producidos por organizaciones de pequeños productores y vendidos de forma más directa, con el mínimo de intermediarios, garantizando un precio mínimo.

de FUNDEMEX en colaboración con ALSEA y organizaciones de productores minifundistas en Chiapas.

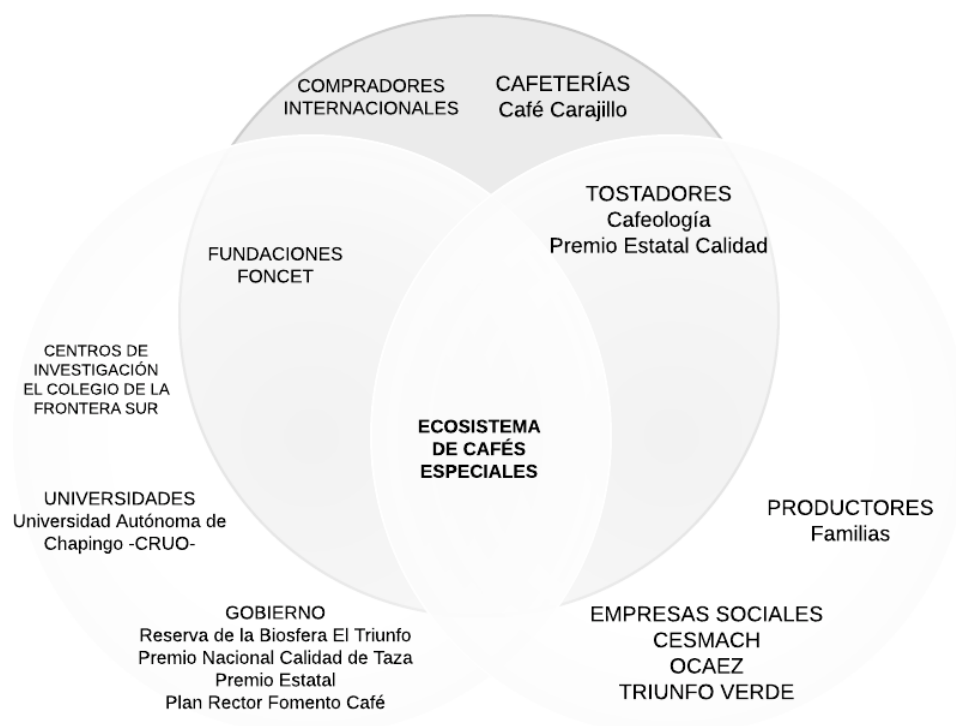
Por otro lado, para incentivar el consumo de cafés de calidad a nivel de cafeterías, se requiere impulsar que los consumidores conozcan el origen del café y su proceso (Euromonitor, 2017) por lo que el papel que juegan las cafeterías en los centros urbanos y el comercio electrónico es de gran importancia. En las principales ciudades de Chiapas, las cafeterías han perdurado al menos los últimos 8 años, en el marco de la “3ª ola del café, un movimiento en donde un grupo de cafeterías de la costa oeste de Estados Unidos empezaron a involucrarse con diversos aspectos del café, a conocer de dónde viene el producto, cómo se cultiva, cuánto se paga, y establecer una relación directa con los productores, ya que usualmente todo era a través de intermediarios” (Fuente: Entrevistas); estas cafeterías chiapanecas, se dedican a la venta y a la preparación del café especial, enfocadas en dar información sobre el origen del café y tener altos estándares en la preparación de la taza.

Los inhibidores que se identifican en el ecosistema de cafés especiales son: la falta de control de las variables para la producción, en particular, el clima, la ausencia de política gubernamental y aspectos culturales. En las regiones cafetaleras de Chiapas se vive un contexto de variabilidad climática que impide o por lo menos, dificulta la ejecución de procesos cosecha y postcosecha rutinarios. El corte del grano y el secado son etapas del proceso que fluctúan según las condiciones climáticas, algunos productores comentan que hasta por dos meses se han alargado los periodos, complicando la logística de acopio y de inocuidad. Para enfrentarlo, se han generado programas de trabajo y prácticas de adaptación y resiliencia ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas (Soto-Pinto, Martínez-Anzuetto y Carrasco, 2013), sin embargo, la vulnerabilidad persiste y para algunos autores, se agrava.

La ausencia de una política gubernamental orientada a desarrollar el nicho de los cafés especiales es notoria, y es preocupante la contradicción entre los programas gubernamentales vigentes (renovación de cafetales), que no solo no se orientan a la producción de café de calidad, sino que son antagónicos (promueven variedades con la finalidad de incrementar la productividad). Otro inhibidor es la especialización que demanda la producción de cafés especiales *versus* la economía campesina, que busca la reproducción de sus medios de vida mediante la diversificación de sus estrategias; esto es un factor que demanda considerable atención para identificar el punto medio, entre adquirir capacidades nuevas y que las mismas, sean un medio de empoderamiento y no de autoexclusión. En la región de estudio, la pobreza y la educación están por debajo de un umbral satisfactorio, y son condiciones que definitivamente disminuyen el potencial para el despliegue de las capacidades acumuladas y de aquellas por crear.

El ecosistema de cafés especiales en Chiapas (Figura 4) está constituido por actores de incidencia local y nacional, como tostadores de alta especialización que trabajan con productores de Chiapas (Cafeología S.C) y cafeterías especializadas en San Cristóbal de Las Casas (Carajillo Cafetería, Café La Frontera). Existen comercializadores por internet (My coffee Box) y el gobierno a través de la CONANP y la REBITRI que han promovido buenas prácticas para el cultivo de café de alta calidad, y AMECAFÉ que ha impulsado la participación de los cafetaleros en certámenes estatales y nacionales para premiar la calidad del café en taza. El sector académico ha participado elaborando estudios sobre el potencial de diferenciación (Pérez-Portilla, Bonilla-Cruz, Hernández-Solobac y Partida-Sedas, 2011) e incentivado procesos de formación de capacidades locales. De igual manera que organizaciones no gubernamentales: (Impacto-café, Solidaridad- Progreso) coadyuvan financiando proyectos para implementar procesos de trazabilidad del producto en las organizaciones de base.

Figura 4. Ecosistema de cafés especiales en Chiapas



Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

La emergencia de los cafés especiales en Chiapas es un proceso cuyos hitos datan de 1999, con la presencia de Starbucks en la región de la Sierra Madre de Chiapas, la demanda creciente del mercado (internacional), el desarrollo de proyectos por organizaciones no gubernamentales que enfatizan la trazabilidad del café, el comercio en cafeterías, el comercio electrónico y sobre todo, por la experiencia y capacidades desarrolladas por los productores privados y por empresas sociales, que mostraron interés en obtener un café que se distinga por su calidad y que obtiene mejores precios, para lo cual desarrollan continuamente capacidades para las prácticas de cosecha, postcosecha e industrialización, que les permiten obtener altas puntuaciones en taza y crear una red de clientes que lo requieren.

En esta investigación, se identifican como cafés especiales aquellos que son producidos en un ambiente que les proporciona especificidad (altura, región, microclima), el mismo que se expresará en su calidad (siempre y cuando sea producido bajo estándares agroecológicos y sociales óptimos), que reciben una calificación en taza superior a 85 puntos y que dichas cualidades son requeridas por los consumidores en el mercado (regional, nacional o internacional).

Los procesos de innovación en territorios específicos en el sector cafetalero presentan inhibidores e impulsores, los cuales interactúan entre sí. Dentro de los inhibidores, se identifica la falta de control en la variación climática, misma que dificulta estandarizar procesos y los programas gubernamentales enfocados en incrementar la producción y no la calidad. Dentro de los impulsores, se identifican los comercializadores en pequeña escala, los consumidores y los conocimientos adquiridos por socios de empresas sociales para cultivar cafés especiales.

5. Referencias

- Amaro-Rosales, M., de Gortari-Rabiela, R. (2016). Innovación inclusiva en el sector agrícola mexicano: los productores de café en Veracruz. *Economía Informa*, 400, 86–104. <http://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.09.006>
- AMECAFE. (2012). Plan Integral de Promoción del Café de México. Ciudad de México.
- Escamilla P., E., Landeros, S., C. (2016). Cafés diferenciados y de especialidad (Primera Ed). Xalapa, Veracruz: Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café CENACAFÉ.
- FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario Café 2016. Ciudad de México. Consultado 16-06-19 en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200637/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf
- Giovannucci, D., & Juárez Cruz, R. (2006). Análisis prospectivo de la política cafetalera. México.
- Guadarrama, C., Escamilla Prado, E., Partida, S., & Trujillo, L. (2002). El valor agregado del café en México : cambio de entorno y perspectivas. En *Por el fortalecimiento de la investigación y proyección del CENIDERCAFÉ* (pp. 107–111). Huatusco, Veracruz: Universidad Autónoma Chapingo : Centro Regional Universitario Oriente, Centro Nacional para la Investigación y el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras.
- Kramer, A. (2001). *Definición del café de especialidad*. Consultado 05-05-19 en http://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f_06-cafe_de_especialidad.pdf
- Läderach, P., Oberthür, T., Niederhauser, N., Usma, H., Collet, L., & Pohlan, J. (2006). Café especial: Factores, dimensiones e interacciones. En J. Pohlan, Soto-Pinto M.L., & J. F. Barrera (Eds.), *El cafetal del futuro: realidades y visiones* (1a Ed, p. 472). Germany.
- Luna, F., & Wilson, P. (2015). An economic exploration of smallholder value chains: Coffee Transactions in Chiapas, Mexico. *International Food and Agribusiness Management Review*, 18(3), 85–106.
- Moguel, P., Toledo, V. M. (1996). El café en Mexico, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Revista Ciencias UNAM*, (43), 40-51. OEC. 2017. Observatorio de Complejidad Económica. Consultado 26-08-19 en: <https://oec.world/en/profile/hs92/090111/>
- Pérez-Akaki, P., Pérez-Tapia, M. (2012). Las denominaciones de origen del café mexicano y sus cuestionamientos como modelo de desarrollo regional. *Perspectivas Rurales, Nueva Época*, 10(19), 97–110.
- Pérez-Portilla, E., Bonilla-Cruz, S., Hernández-Solobac, J., & Partida-Sedas, J. (2011). Estrategia de mejoramiento de la producción cafetalera de la organización Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas: caracterización de la bebida de café. *Revista de Geografía Agrícola*, (46–47), 7–18.
- RENRUS. (2015). *Del café a la Taza, un café justo y chiapaneco*. Vigésima Edición, México: RENRUS.
- Schroth, G., Laderach, P., Dempewolf, J., Philpott, S., Hagggar, J., Eakin, H., ... Anton Eitzinger, J. (2009). Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(7), 605–625.
- Soto-Pinto, M. L., Anzueto-Martínez, M., & Carrasco-Pérez, R. (2013). Estrategia para la adaptación de campesinos ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas (CESMACH S.C.) a los efectos del cambio climático mundial. Ángel Albino Corzo, Chiapas. Consultado 18-01-19 en <http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/eltriunfo/docs/Notas/Articulo%20Foro%20Internacional%20Café%20%20Cambio%20Climático%20en%20El%20Triunfo.pdf>
- Tello, S., Yoon, E. (2008). Examining drivers of sustainable innovation. *International Journal of Business Strategy*, 8(3), 164–170.

La innovación dentro del cooperativismo y los objetivos de desarrollo sostenible. El caso de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

María Bernardeth Lambros Moreno
Universidad Autónoma Metropolitana, Producción Económica, México_
maber899@gmail.com

Alexandre Oliveira Vera-Cruz
Universidad Autónoma Metropolitana, Producción Económica, México_
jaoveracruz@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente estudio es mostrar la contribución de la innovación en el cooperativismo para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esto por el hecho de que las cooperativas son indispensables para alcanzar dichos objetivos, como lo remarcan OIT y ACI (2015), debido a que son una organización inclusiva y democrática, que ayuda a combatir la pobreza y la desigualdad. Además de que promueve la reproducción de prácticas sostenibles, las cuales, son necesarias para impulsar un modelo de desarrollo distinto del que tenemos en la actualidad, mismo que supone un consumo extensivo de recursos naturales, ya que se prevé que, de seguir con dicho modelo de desarrollo, para 2030 se dará la sexta extinción masiva de especies, que supondrá daños irreparables a la biosfera (UNDP, 2018).

Por ello, la presente investigación es de gran relevancia, ya que muestra de manera empírica a través del caso de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske (UCTT), la importancia del cooperativismo y la innovación para alcanzar los ODS. Entre sus principales resultados se encuentra el hecho de que la UCTT como organización cooperativa de pequeños productores, ha logrado desarrollar procesos de aprendizaje novedosos que le han permitido innovar y diversificarse productivamente en función de necesidades sociales, a través de la acumulación capacidades tecnológicas y organizacionales. Con lo cual, también ha contribuido al logro de los ODS de reducción de la pobreza, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, comunidades sostenibles, producción y consumo sustentables y acción por el clima. Esto a su vez, por el hecho de que ha impulsado la disminución de la desigualdad entre sus socios, el cual, es el elemento más importante para alcanzar los ODS.

Por lo que se concluye el cooperativismo es una organización que promueve la innovación y el desarrollo sostenible, la creación de empleo, la provisión de servicios a pequeños productores, la mejora de las condiciones de vida de sus socios, e influye en la mejora de las condiciones de pobreza y exclusión de sus socios, todo ello de forma participativa.

Palabras clave

Innovación, cooperativismo, ODS

1. Introducción

La agenda para el desarrollo mundial 2030 de la Organización de las Naciones Unidas propone 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), los cuales, deben implementarse en cada contexto (región, nación y sub-nación) para alcanzar un desarrollo de manera sostenible que ayude a solucionar los problemas actuales del mundo (PUND, 2019). Esto plantea diversos retos, por lo que es muy importante la acción de varios actores como son los gobiernos, las empresas y la sociedad civil. Por lo que el presente trabajo tiene el objetivo de mostrar la contribución de la acumulación de capacidades tecnológicas y la innovación en el cooperativismo, para el logro de varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Ello, debido a que de acuerdo con OIT y ACI (2015) las cooperativas son un mecanismo idóneo para alcanzar los 17 objetivos mundiales de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, los cuales, buscan incidir en las causas de la pobreza, incentivar el desarrollo económico y atender a los desafíos ambientales. Entre estos se encuentran, el fin de la pobreza; educación de calidad; salud y bienestar; energía asequible y no contaminante; ciudades y comunidades sostenibles; producción y consumo responsables, entre otras. Esto porque, las cooperativas brindan los medios de subsistencia de casi la mitad de la población mundial, además de que están basadas en principios y valores, y son una forma de organización participativa que fomenta la inclusión social, el cuidado del medio ambiente, así como las buenas condiciones laborales, el desarrollo de servicios comunitarios y la generación de procesos de innovación. Por lo cual, pueden contribuir en buena manera a lograr el balance entre los objetivos sociales, económicos y ambientales del desarrollo sostenible (OIT y ACI, 2015).

A su vez este trabajo estará orientado hacia pequeños productores agrícolas, que en el caso de México dentro del sector agrícola representan el 67.8% del total de productores y en América latina el 80% (Robles, 2015 y BID, 2013). Sin embargo, la implementación de políticas regresivas que reproducen la desigualdad, la presencia de diversas fallas de mercado que incluyen la presencia de caciques e intermediarios, la irregularidad en la tenencia de la tierra, los altos costos de transacción para la producción y la falta de servicios financieros, junto con el cambio climático son factores que los afectan mucho en su desarrollo productivo y económico (OECD, 2013, BID, 2013 y López y Galinato, 2007). Por lo que es indispensable para ellos asociarse bajo formas de organización que les permitan desarrollarse económicamente y de forma inclusiva y participativa, como lo es la figura cooperativa.

2. Metodología

Para la elaboración de la presente investigación, se utilizó una metodología cualitativa, un estudio de caso de tipo exploratorio, porque, de acuerdo con Yin, (2003) es el método más apropiado para el estudio de fenómenos que no tienen un marco teórico bien definido, como es el caso de las capacidades tecnológicas en el cooperativismo y la sustentabilidad. Por ello, el objeto de este estudio es la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske (UCTT), ubicada en Puebla y Veracruz, México. Esto, debido a que es un grupo con 40 años de existencia, por lo que permite apreciar bien los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas e innovación (Miranda, 2017).

Esta metodología, se utilizó para responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuye el cooperativismo en el impulso de la innovación para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible? Así mismo, esta pregunta se estableció para el logro del

siguiente objetivo general: Analizar la contribución del cooperativismo y la innovación, en esta forma de organización, para el logro de los ODS.

La unidad de análisis del caso fueron los procesos de innovación que promueve el cooperativismo y la contribución de éstos en el logro de los ODS. Las fuentes de información fueron empíricas y documentales, de las cuales, la fuente principal fueron diez entrevistas semiestructuradas. Se usaron también datos de fuentes secundarias documentales.

Los hallazgos obtenidos de las entrevistas y fuentes secundarias se sistematizaron mediante el uso del software AtlasTi. Así mismo, para el estudio de los procesos de innovación se hizo un análisis de las capacidades tecnológicas acumuladas por la UCTT a partir de la adaptación de la taxonomía de Bell y Pavitt de 1995, elaborada por Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003), con adaptaciones propias que partieron de la evidencia empírica y documental recopilada. Esta tabla se muestra a continuación.

Tabla 1. Taxonomía de capacidades tecnológicas adaptada al caso de la cooperativa agrícola Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

Nivel de capacidades	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte	
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en procesos y organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna
Capacidades operativas básicas	Planeación de gastos	-Planeación y preparación del protocolo - Acondicionamiento del terreno -Construcción obra civil básica	-Operación de proceso y mantenimiento básico de instalaciones	-Control de calidad rutinario para mantener los estándares existentes	-Búsqueda de insumos disponibles de proveedores existentes -Venta de productos existentes a clientes nuevos y existentes	-Sistema de asambleas regionales y comunitarias para toma de decisiones en las cooperativas en los diferentes rubros en que se desempeñan -Replica de sistema organizacional cooperativo en las empresas cooperativas
Capacidades innovativas básicas	Monitoreo activo y control de: -Elección de	-Estudios de factibilidad rudimentarios	-Designación de grupos de trabajo para hacer	- Adaptaciones menores al producto/servicio	-Búsqueda y absorción de información	- Establecimiento de sistemas de apoyo para

	tecnología/proveedores de acuerdo a condiciones domésticas - Programación rudimentaria de actividades	-Estudios rudimentarios de medio ambiente -Adaptación de construcciones previas	pruebas y eliminación de fallas -Adaptación de Layout -Programación y mantenimiento -Adaptaciones menores a procesos	o de acuerdo a necesidades del cliente -Mejoras en la calidad del producto	nueva de proveedores, clientes e instituciones locales -Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, agentes externos y socios	funcionamiento entre las cooperativas -Sistema de transmisión de conocimientos entre pares, para funcionamiento de las empresas cooperativas
	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte	
Nivel de capacidades	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en procesos y organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna
			-Recuperación y transformación de desperdicios			
Capacidades innovativas intermedias	-Búsqueda evaluación y selección rudimentaria de tecnología - Negociación con proveedores socios -Adaptación de sistemas de producción tradicionales con	- Búsqueda y adquisición equipo de producción -Administración y seguimiento del proyecto -Designación del grupo de trabajo -Capacitación y reclutamiento de	-Mejora del proceso y estiramiento de capacidades de producción -Mejoras a procesos productivos tradicionales -Adopción de nueva tecnología -Integración de	-Adopción de nueva tecnología de producto -Generación de productos novedosos y mejoras a existentes	- Transferencia de tecnología a proveedores y otras organizaciones para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local	-Ciertos procesos productivos en las cooperativas con libertad para toma de decisiones por parte de miembros, quienes deben informar a los demás en las asambleas

	novedades	acuerdo a necesidades -Puesta en marcha	equipo a partir de conocimiento de equipos existentes -Introducción de modificaciones en la organización			
Capacidades innovativas avanzadas	-Desarrollo de sistemas de producción y componentes novedosos	-Diseño de procesos y desarrollo de I+D incipiente	-Innovaciones de proceso e I+D incipiente	-Diseño de características básicas de nuevos productos -Innovaciones de producto y actividades de I+D incipiente	-Colaboración en la generación de novedades con proveedores, clientes y socios	-Autonomía en la toma de decisiones respecto a producción y ciertas actividades específicas que así lo requieren, de acuerdo a necesidades particulares

Fuente: Elaboración propia con base en Duténit, O. Vera-Cruz y Arias (2003).

La tabla anterior, como ya se mencionó es una adaptación de la taxonomía de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt (1995) retomada y modificada por Duténit, O. Vera-Cruz y Arias (2003). Los principales cambios a la versión de Duténit, O. Vera-Cruz y Arias (2003), son los siguientes:

- Función técnica de inversión: se modificaron algunas actividades, ajustándolas al hecho de que la mayor parte de sus proveedores son los socios y que realizan muchas de sus actividades de forma rudimentaria.
- Función técnica de producción: algunas de las actividades fueron eliminadas, ya que aplican para empresas industriales, así mismo varias de las actividades fueron adaptadas a partir de la evidencia empírica al contexto particular de la UCTT.
- Vinculación externa: se modificaron algunas de las actividades, para remarcar el tipo de vínculos que tiene la UCTT con el entorno.
- Vinculación interna: en las cooperativas agrícolas analizadas se da una interrelación e interacción particular, entre las cooperativas que conforman la unión, por lo que la columna de vinculación interna fue modificada en buena parte.

3. Conceptos de innovación y cooperativismo

Los principales conceptos utilizados en la investigación fueron capacidades tecnológicas e innovación y cooperativismo. El primero de ellos de acuerdo con Lall (1993) se define como los recursos necesarios en las organizaciones para generar y gestionar el cambio técnico, los cuales, incluyen el conocimiento, la experiencia, las habilidades, y los sistemas de organización. Ello, es muy importante debido a que, en las empresas el dominio de una nueva tecnología y su progreso técnico requiere de habilidades, esfuerzo e inversión. Así mismo, para la empresa los esfuerzos para mejorar el dominio tecnológico, adaptar la tecnología, mejorarla levemente o mejorarla de manera significativa, tienen que ver con el desarrollo de capacidades de inversión, de producción y de vinculación interna y externa, básicas, intermedias y avanzadas. En cuanto a capacidades organizacionales, de acuerdo con Hernández, J. (2017), estas se definen como las habilidades de las empresas para organizar, controlar y realizar sus tareas, tanto de producción como de proceso con eficacia. Estas capacidades ayudan a la empresa a solucionar los problemas surgidos durante su funcionamiento e implementación de nuevos procesos y generación de productos. Así mismo, le permiten apropiarse de las tecnologías, mejorarlas y modificarlas, ello, por su capacidad para gestionar de manera eficaz sus recursos (Hernández, 2017, pp. 69-70).

Así mismo, de acuerdo con OECD/Eurostat, (2018) “Una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso). Donde la palabra "unidad" describe al actor responsable de las innovaciones, y hace referencia a cualquier unidad institucional en cualquier sector, incluidos los hogares y sus miembros individuales, así mismo, proceso engloba a las innovaciones organizacionales y de marketing. Por su parte, las actividades de innovación incluyen todas las actividades de desarrollo, financieras y comerciales emprendidas por una empresa que están destinadas a dar lugar a una innovación para la empresa” (OECD/Eurostat, 2018 pp. 68-69 y 245).

En cuanto a cooperativismo, de acuerdo con Martínez (2015), este se define como un movimiento social y económico, que se basa en valores y principios de equidad universales. Son personas que se asocian voluntariamente para satisfacer de forma común sus necesidades y objetivos sociales, económicos y culturales, a través de una empresa o empresas que son de propiedad conjunta y gestión democrática, con lo que fomentan las prácticas democráticas. Los dueños son los socios que organizan la empresa cooperativa, la cual está abierta a la entrada de nuevos socios (Martínez, 2015). Las cooperativas se conducen mediante los principios cooperativos de: “adhesión voluntaria y abierta; gestión democrática; participación económica de los socios; autonomía e independencia; educación, formación e información; cooperación entre cooperativas; e interés por la comunidad (Martínez, 2015, p. 37).

Aunado a ello, de acuerdo con la Alianza Cooperativa Internacional (ACI), uno de los principios cooperativos es la cooperación entre empresas cooperativas. El cual, se da cuando las empresas de primer grado, sus miembros y el movimiento cooperativo en sí, requiere de trabajar en conjunto con otras empresas cooperativas mediante estructuras cooperativas de segundo grado locales, regionales o nacionales. Esto para obtener mayores beneficios, crecer y ser más competitivas en un contexto con economías abiertas, bajo una forma empresarial mayor, que les permita mejorar su competitividad y asegurar su permanencia, al ayudarles a responder de una mejor manera a sus competidores y a la concentración de mercado (Pedroza y Hernández, 2011 y Puentes, Velasco y Vilar, 2010). En este sentido, el cooperativismo es un

movimiento que nace por la capacidad organizacional y de participación de la población para dar solución a sus problemas de empleo y calidad de vida. Además de ello, es un movimiento que no nació únicamente para atender las necesidades particulares de sus socios, sino que fue una respuesta popular ante la desigualdad promovida por el sistema económico imperante en distintas sociedades (Mogrovejo, Mora, Vanhuynegem, 2012 p.32).

4. La Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

La Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske (unidos venceremos) nace en Cuetzalan, Puebla en 1977 con 70 socios, los cuales, actualmente son 36,500 (86% indígenas) de 28 municipios de Puebla y 4 de Veracruz. La Sociedad Cooperativa Agropecuaria Regional Tosepan Titataniske es una figura jurídica que aglutina todas las cooperativas que conforman la organización, por lo que es una figura de segundo nivel, que integra la base jurídica de la UCTT. La cual, es una organización con ocho cooperativas y tres áreas, todas ellas con figura jurídica y diseño organizativo específico que les permite realizar sus funciones.

La organización, siempre ha tenido el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus socios de forma organizada, ya que los campesinos de la región eran sujetos de explotación por parte de los caciques (Durán, 2018). Su proceso de toma de decisiones es participativo, por ello, cada pueblo tiene su cooperativa local. Son 430 y se reúnen mensualmente, para atender necesidades particulares. A ellas, también asisten los promotores de asistencia técnica en producción orgánica, ahorro y crédito y salud que son 70, quienes trabajan en las comunidades cada semana brindando asistencia a los socios. Si bien, estas cooperativas locales no tienen figura jurídica propia como las cooperativas que conforman la organización, son reconocidas internamente. Cada una tiene su mesa directiva (presidente, secretario y tesorero), cuyos miembros acuden dar su informe a la Asamblea General, que se lleva a cabo cada dos meses, con el objetivo de informar las acciones que se dan en las cooperativas y para tomar decisiones sobre acciones futuras (Aguilar, 2018, comunicación personal).

Las ocho cooperativas son las siguientes: Cooperativa Tosepan Titataniske encargada de la producción orgánica y convencional de café, pimienta, miel, frutos y de plantas; Cooperativa Maseual Xicaualis de acopio y comercialización; Cooperativa Tosepantomin de ahorro y crédito; Cooperativa Tichanchiuaj dedicada a la construcción; Ccooperativa Tosepan Kali de ecoturismo; Cooperativa Tosepan Siuamej de proyectos productivos de mujeres; Cooperativa Tosepan Pajti de salud y Cooperativa Tosepan Ojtasentekitinij dedicada al bambú (UCTT, 2018).

5. Resultados

5.1. Capacidades tecnológicas en la UCTT

Los procesos de innovación que se han llevado a cabo dentro de la UCTT han tenido que ver con el desarrollo de habilidades y capacidades, que parten de un aprendizaje intensivo a lo largo de su historia. El cual, se basa en los mecanismos de participación en asambleas que permite a los socios conocer las acciones que se realizan en las diferentes cooperativas y decidir las siguientes acciones a realizar en ellas, además de dar solución a las necesidades de los socios y aprender de las experiencias personales que se comparten en estos espacios. Este aprendizaje, también se ha dado por la capacitación constante, tanto en el centro de formación,

como por la asistencia técnica que brindan los promotores a los socios a través de visitas regulares y de la transmisión de conocimiento de campesino a campesino, así como las capacitaciones que toman algunos socios para transmitirlo a los demás; por la socialización del conocimiento y por el aprender haciendo y el aprender usando, que son constantes en todas las cooperativas de la UCTT (Aguilar, 2018 y Durán, 2018).

Así mismo, partiendo de este sistema de aprendizaje intensivo la UCTT, ha logrado la acumulación de diversas capacidades tecnológicas, por lo que de acuerdo con un análisis de sus logros alcanzados en cada función técnica de la adaptación de la taxonomía de Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003) adaptada de Bell y Pavitt (1995), cuenta con un grado de acumulación intermedio en las funciones técnicas de inversión y producción, mientras que en las de soporte en el caso de la vinculación interna, tiene un grado de acumulación avanzado. Por lo que en general cuenta con capacidades innovativas intermedias. Así mismo, posee amplias capacidades organizacionales. Las cuales, le han permitido lograr su objetivo principal que es satisfacer las necesidades de sus socios y lograr su bienestar. Esto a través de diversificarse productivamente en diversas empresas cooperativas y la gestión de una organización de corte cooperativo de segundo nivel. Además de crear estructuras funcionales flexibles, poli-funcionales y relacionadas entre sí, y su habilidad para desarrollar vínculos internos y externos.

En este sentido, las principales capacidades tecnológicas de nivel intermedio que han desarrollado de acuerdo a la taxonomía previamente descrita, son la capacidad de adaptación de capacidades anteriores a las necesidades nuevas; la capacidad de inversión a través de reunir el capital de los socios para operar y de financiarse a través de la cooperativa Tosepantomín, y de fondos públicos y privados; la capacidad de ejecutar proyectos de diferente índole y diversificarse generando más empresas cooperativas y abriendo nuevos puntos de venta; la capacidad de desarrollar productos nuevos aprovechando las vocaciones de la región; su capacidad de vinculación con agentes externos para absorber conocimiento y aliarse para lograr objetivos comunes; su capacidad de desarrollar una estructura organizacional de segundo nivel flexible y que permite la integración de cadenas de valor en torno a los cultivos principales en la región, impulsando con ello las actividades productivas de los socios; y su capacidad organizacional de tomar decisiones de manera democrática e inclusiva a través de Asambleas Locales y Regionales, que ayudan al buen funcionamiento de la organización (Durán, 2018).

Todo esto les permitió pasar de una cooperativa a ocho con tres áreas y de 70 socios a más de 36 mil; de abarcar un municipio a llegar a 32 municipios de dos estados; a conseguir capacidades propias de ahorro y crédito con la creación de la cooperativa Tosepantomín que pasó de un producto de ahorro y uno de crédito a cinco de cada uno y dos servicios; la conversión de la producción convencional a orgánica para obtener un mejor precio y exportar, ello apoyado por la compra de coberturas en la bolsa de Nueva York; de generar cadenas de valor en torno a productos agrícolas domésticos que les han permitido generar varios productos propios y el acopio de más insumos a los socios, mejorando su economía; de producir 17,000 casas para los socios que permiten la sustentabilidad económica y ambiental (Aguilar, 2018).

5.2. *Innovación dentro de la UCTT*

A su vez, la UCTT ha realizado mucha innovación e intensiva en tiempo, gracias a todo un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Ello, se observa en los siguientes hechos, clasificados de acuerdo con la definición de innovación de OCDE/Eurostat (2018).

Innovación de producto: la conversión de producción convencional a orgánica de café y pimienta gorda; la generación de productos cosméticos y medicinales derivados de la miel y

plantas medicinales; el desarrollo de viviendas con bambú; la generación de productos de ahorro y crédito; la introducción de nuevas variedades de plantas; y la fabricación de insumos (biofertilizante, caldo sufocálcico, abono sólido) para la producción orgánica.

Innovación de proceso: la recuperación del uso de ollas para el cultivo de la abeja melipona; la generación de trazos de siembra para producción diversificada; la introducción de procesos para la obtención de las certificaciones de producción orgánica y comercio justo; la introducción de viveros individuales en las parcelas; la introducción de técnicas agrícolas para pequeños productores; técnicas de construcción de vivienda y mampostería con bambú; la reutilización de desperdicios en la producción orgánica; el método de acopio inocuo de la miel; el procesamiento novedoso de plantas medicinales; la generación de un sistema de beneficiado doméstico de café y pimienta orgánica y de acopio local; y el desarrollo de un sistema de control interno para gestionar la producción orgánica.

Innovación de proceso (marketing): la comercialización de café en presentaciones pequeñas.

Innovación de proceso (organizacional): la elaboración de un sistema de interrelación entre cooperativas; el sistema de asambleas locales y regionales; el sistema de promotores para la difusión y adopción de nuevos conocimientos en la organización; el uso del capital social para satisfacer las necesidades de los socios; la escucha activa de las necesidades de los productores; el buen uso del premio social derivado del comercio justo entre los productores; la generación de un sistema de abasto comunitario de alimentos básicos en sus inicios; la creación de un centro de formación para reproducir el movimiento cooperativista; y su accionar colectivo para defender su territorio del extractivismo.

Por todo ello, se puede apreciar que la UCTT ha logrado acumular capacidades tecnológicas y organizacionales que le han permitido modificar su organización productiva y realizar innovaciones de manera inclusiva para favorecer a todos sus socios, las cuales, rescatan y recurren a al conocimiento tradicional y saberes locales, además de promover el bienestar y la sustentabilidad al mismo tiempo, ello, con respeto hacia la naturaleza y la cultura indígena.

5.3. La UCTT y los ODS

La acumulación de capacidades tecnológicas y organizacionales, así como el desarrollo de procesos de innovación, han hecho que la UCTT contribuya a alcanzar los ODS de:

ODS 1. Fin de la pobreza: la UCTT ha contribuido a la reducción de pobreza de sus socios, ya que cuenta con una cooperativa que les brinda servicios financieros de ahorro y crédito, así mismo les apoya para la construcción de viviendas con financiamiento y materiales, los cuales, evitan su sobre endeudamiento y les brindan precios bajos. Además de ello, les brinda empleo y acopia sus productos agrícolas a precios competitivos.

ODS 3. Salud y bienestar: la UCTT contribuye a la salud de sus socios gracias a su cooperativa Tosepan Pajti dedicada a promover la salud de todos los socios, esto a través de un sistema de salud tradicional basado en la prevención y la educación, junto con una atención médica constante.

ODS 4. Educación de calidad: la UCTT impulsa una educación de calidad en sus socios, ya que cuenta con un centro de formación, que brinda capacitación a los promotores, quienes difunden el conocimiento técnico, financiero y de salud, a todos los socios de una manera inclusiva y de campesino a campesino, además de que tiene un kínder y una primaria que promueven los valores cooperativos y los valores culturales de los socios.

ODS 5. Igualdad de género: la UCTT incentiva la igualdad de género, ya que la mayoría de sus miembros son mujeres, quienes tienen participación activa en la toma de decisiones de la Unión. Así mismo, impulsan su inclusión productiva, ya que tienen una cooperativa específica llamada Tosepan Siuamej, que se dedica al desarrollo de proyectos productivos para mujeres.

ODS 11. Comunidades sostenibles: la UCTT contribuye al impulso de comunidades sostenibles, ya que en todas sus cooperativas aplican métodos sustentables, como lo es el caso de la cooperativa de turismo, la cual, cuenta con recolección de agua de lluvia, biodigestor, biofiltro, reutilización de desechos para elaboración de fertilizantes orgánicos y uso de bambú en construcciones. Así mismo, las casas de los socios se elaboran como viviendas sustentables, que hacen uso de estufas ecológicas, biodigestores, huertos familiares con acuaponía y paneles solares.

ODS 12. Producción y consumo sustentables: la UCTT contribuye a este objetivo porque fomenta la producción orgánica sustentable, ya que impulsa la elaboración de los insumos para la producción como lo son fertilizantes sólidos y líquidos orgánicos y para el control de plagas, que reutilizan diversos desechos como el mucílago del café y sobras de comida. Además de un sistema de trazos de siembra y rotación de cultivos que evita la erosión del suelo. Junto con ello, también impulsan un consumo sustentable, ya que hacen un uso sostenible de los recursos naturales, e impulsan la elaboración de huertos familiares con lo que también apoyan la autosuficiencia alimentaria.

ODS 13. Acción por el clima: la UCTT realiza diversas acciones en cuanto a combatir el cambio climático, como lo es: la implementación de paneles solares, estufas ecológicas y biodigestores; la plantación de bambú para construcciones y mampostería que disminuye la tala de árboles, el establecimiento de un vivero de plantas comestibles y forestales; la disminución del uso de agroquímicos, la reutilización de desechos; la diversificación de cultivos; y la implementación de sistemas de producción y servicios sustentables.

Estas contribuciones son gracias a que la UCTT, ha logrado permanecer y crecer como organización cooperativa de pequeños productores, a través de diversos procesos de innovación impulsados por el desarrollo de capacidades tecnológicas y organizacionales, así como de una forma particular de organización: el cooperativismo, el cual, incide principalmente en la reducción de las desigualdades, que es el elemento principal en el logro de los ODS.

6. Análisis y discusión

De acuerdo con el análisis del caso de la UCTT, se puede decir que el cooperativismo como forma de organización participativa e inclusiva, impulsa la generación de innovaciones y a su vez, con ello, el logro de los ODS, ya que además de innovar contribuye a reducir la desigualdad y a fomentar la sustentabilidad, que es la base del surgimiento de dichos objetivos y de la Agenda 2030.

En este sentido, la UCTT puede ser considerada una organización innovadora, ya que como se ha apreciado en el presente análisis, la Unión posee capacidades estratégicas y organizacionales. Esto, porque en el caso de las primeras, tiene la capacidad de realizar planeación a largo plazo, que le ha permitido diversificar sus actividades en diversas empresas cooperativas para atender las necesidades de sus socios. Además de ello, ha tenido la capacidad para identificar y procesar la información tecnológica y económica del entorno en que se

desenvuelve, y de aprovecharla para el logro de sus objetivos. En cuanto a las capacidades organizacionales, ha demostrado tener la capacidad para lograr la cooperación a nivel interno y externo. A su vez, ha logrado generar procesos de cambio y aprendizaje dentro de la organización, involucrando en ello a todos sus socios, gracias a su sistema de promotores comunitarios. Además, gracias a la práctica de asambleas continuas, han logrado generar diversos cambios para atender las necesidades que exponen los socios (Ekboir et al, 2009).

Así mismo, la UCTT como organización cooperativa ha promovido el aprendizaje y el desarrollo de capacidades tecnológicas, ello, por brindar a los pequeños productores los servicios de capacitación y asistencia técnica que el Estado les provee escasamente. Esto a través de un extensionismo inclusivo, por ser de campesino a campesino, que facilita el aprendizaje y la asimilación de conocimientos entre los pequeños productores. Además de ello, el cooperativismo mostró ser efectivo para que los habitantes de zonas rurales puedan hacer un contrapeso al desarrollo depredador que pretenden las empresas transnacionales, que acaba con los recursos naturales y afecta a las poblaciones rurales, generando beneficios para muy poca gente, los cuales, se suman al capital financiero. Con lo cual, a pesar del crecimiento que ello conlleva, se incrementará la desigualdad y se causaran daños irreparables a la biosfera (UNDP, 2018).

También este estudio muestra que se requiere favorecer un desarrollo productivo de pequeños productores, quienes son la mayoría dentro del sector agrícola, el cual, sea consciente, sustentable e inclusivo, que disminuya la desigualdad, y con ello, estimule el desarrollo económico de las regiones y la mejora de sus condiciones de vida. Esto a través de organizaciones de productores, sobre todo de corte cooperativo, ya que favorecen una mayor unión y con ello, resultados más amplios. Por lo cual, también se recomienda la generación de políticas que incentiven la asociatividad entre los pequeños productores, así como de instrumentos que estimulen la provisión de bienes públicos orientados a servicios como lo son: el extensionismo, la I+D, la comercialización, el ahorro y crédito, etc. enfocados a este sector de productores.

7. Conclusiones

En el presente estudio se mostró que el cooperativismo es una forma de organización, en la cual, se impulsa el aprendizaje, la acumulación de capacidades tecnológicas y la innovación, mismas que favorecen un desarrollo productivo cooperativista inclusivo y sustentable, que fomenta el bienestar de sus socios, y ayuda a la diversificación productiva y a la realización de diversas actividades y servicios que benefician a sus miembros.

Así pues, se concluye que la opción cooperativa es muy efectiva en el impulso de la innovación en pequeños productores, así como en el logro de los ODS. Esto como se menciona en OIT e ACI (2015), ya que promueven el desarrollo de manera sostenible, la creación de empleo, la generación de ingresos, la provisión de servicios, la mejora de las condiciones de vida de sus socios, brindan apoyo a pequeños productores y reducen la pobreza y la exclusión, todo ello de forma inclusiva y democrática. Lo cual, se pudo corroborar en el presente estudio con el caso de la UCTT, que ha logrado permanecer como organización cooperativa de pequeños productores, a través del desarrollo de capacidades tecnológicas y organizacionales, así como de la generación de innovaciones. Esto gracias a que han generado un proceso de acumulación de capacidades que fomenta la difusión, adopción y asimilación de los nuevos conocimientos entre todos los socios, el cual, se sustenta en una forma de organización

democrática y participativa, que muestra los impactos de la unión entre pequeños productores, en el hecho de que han desarrollado empresas cooperativas en distintos productos y actividades, las cuales, buscan atender las necesidades de sus socios y promover su bienestar de forma sustentable.

A su vez, ello demuestra que se debe promover la organización entre pequeños productores, sobre todo bajo la figura cooperativa, la cual, como se demostró es muy efectiva en la promoción de la innovación en pequeños productores y en la reducción de la desigualdad, y por ello, en el logro de los ODS. Así mismo, su promoción también ayudará a impulsar el desarrollo sostenible, el cual, es indispensable para evitar los daños irreparables a la biosfera que serán causados por la pérdida de biodiversidad que está enfrentando el mundo en la actualidad y que para 2030 significará la sexta extinción masiva de especies. Esto, de no realizar antes de dicho año acciones puntuales que contribuyan a alcanzar los ODS, como lo son las que promueve el cooperativismo y los procesos de innovación que en su interior se generan.

7. Referencias

- BID (2013), Sector framework document on agriculture and natural resources management, IADB Environment, rural development and disaster risk management division, EUA, <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=40393999>
- Durán, Leonardo (2018), La innovación agrícola en manos de los campesinos: reflexiones desde el movimiento cooperativo indígena Tosepan, (tesis de maestría), Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Dutrénit G., Veracruz, A. y Arias, A. (2003), Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas. Revista El Trimestre Económico, 277, 109-165.
- Escamilla P., E., O. Ruiz R., G. Diaz P., C. Landeros S., D. E. Platas R., A. Zamarripa C. y V. A. González H. (2005). “El agroecosistema café orgánico en México”, en Manejo Integrado de Plagas Agroecología, Costa Rica, 76: 5-16.
- Figueiredo, P. N. (2016). “New challenges for public research organizations in agricultural innovation in developing economies: Evidence from Embrapa in Brazil's soybean industry”. The Quarterly Review of Economics and Finance, 62, 21-32.
- Hernández Chavarria, J. (2017). “Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica”, en Economía: teoría y práctica, 65-98.
- Lall, S. (1993), "Technological Capabilities", in J.J. Salomon (ed.), The Uncertain Question: Science, Technology and Development; pp. 264-301, Tokyo, United Nations University Press.
- López R. y Galinato G. (2007), “Should governments stop subsidies to private goods? Evidence from rural Latin America”, en Journal of Public Economics 91 pp. 1071–1094.
- Martínez, Alejandro (2015), “Las cooperativas y su acción sobre la sociedad”, en REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos, núm. 117, enero-abril, 2015, pp. 34-49, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, España.
- Miranda, D. (2016), *Innovar para competir 40 casos de éxito*, SAGARPA, IICA y COFUPRO, México.
- Miranda, D. (2017), “Diversificación de cultivos y exportación de café orgánico. Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske”, en *Innovar para competir. 40 casos de éxito*, SAGARPA, IICA, COFUPRO, México.
- Mogrovejo, R., Mora, A., & Vanhuynegem, P. (2012). *El cooperativismo en América Latina. Una diversidad de contribuciones al desarrollo sostenible. Organización Internacional del trabajo*. Oficina Regional de la OIT para América Latina y el Caribe. Primera edición. La Paz, OIT, Oficina de la OIT para Países Andinos.
- OECD (2011), "Determinants of productivity growth and competitiveness", in *Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264166820-7-en>.
- OECD/Eurostat (2018), *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities,

- OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- OIT y ACI (2015), Las cooperativas y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Debate sobre el desarrollo después de 2015. Informe de Política, OIT y ACI. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---coop/documents/publication/wcms_307228.pdf
- Pedrosa, C. y Hernández, M.J. (2011): “¿Cómo aplican las sociedades cooperativas de éxito los principios cooperativos? El caso del Grupo Hojiblanca”, en CIRIEC España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, nº 72, pp. 157-185.
- Puentes R. Velasco M. Vilar J. (2010) “Las sociedades cooperativas de segundo grado como instrumento de cooperación entre cooperativas: aspectos económicos y organizativos”, en Revista de Estudios Empresariales. Segunda época. Páginas: 103 – 128.
- PUND (2019), Objetivos de Desarrollo Sostenible, PUND, <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Robles, Héctor (2015), Los pequeños productores y la política pública, de Subsidios al campo en México, Senado de la República Mexicana, http://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_rural/docs/reforma_campo/2-III_c2.pdf
- Solleiro et al (1993) “La innovación tecnológica en la agricultura mexicana”, en Comercio Exterior pp. 353-369, Bancomext, México.
- UNDP (2018). *The BIOFIN Workbook 2018: Finance for Nature. The Biodiversity Finance Initiative*. United Nations Development Programme, New York.
- Unión de Cooperativas Tosepan (2018). Unión de Cooperativas Tosepan, <http://www.tosepan.com/products.htm>
- Vera-Cruz (2004), *Cultura de la empresa y comportamiento tecnológico: Como aprenden las cerveceras mexicanas*. UAM- Miguel Angel Porrúa, México.
- Yin, R.K. (2003), *Case Study Research. Design and Methods*, Applied Social Research Methods Series, Sage Publications, EUA.

Análise da presença de práticas de simbiose industrial (SI) em um aglomerado de empresas do setor metalmeccânico da cidade de Maringá-Pr-Brasil

Isabella Tamine Parra Miranda

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
professoraisabella@gmail.com

Luiz Alberto Pilatti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
lapilatti@utfpr.edu.br

Claudia Tania Picinin

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
claudiapicinin@utfpr.edu.br

Ivisson de Souza Tasso

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
ivisjs@gmail.com

Bethania Avila Rodrigues

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
rodriguesbethania@yahoo.com

Resumo

Objetivo: O objetivo desse artigo é apresentar uma análise da presença de práticas de simbiose industrial em um aglomerado de empresas do setor metalmeccânico da cidade de Maringá-Pr-Brasil. **Metodologia:** Aplicação da ferramenta desenvolvida por Saraceni (2014) com o objetivo de identificar e analisar a presença de SI no aglomerado de empresas. O instrumento de coleta de dados foi um questionário com 160 questões. **Resultados:** O setor Metalmeccânico produz grande quantidade de resíduos, porém reaproveita a maior parte deles. Os resultados obtidos evidenciam essa característica: reaproveitamento. Observou-se, também, no aglomerado pesquisado, a potencialidade de SI, identificando-se fatores que alcançam ou estão muito próximos do mínimo necessário para a sua existência. **Conclusão:** Os resultados obtidos contribuem para o desenvolvimento da Ecologia Industrial, na medida em que auxiliam na formação de estratégias e políticas de produção sustentável, com vistas a obtenção de ganhos econômicos, sociais e ambientais.

Palavras chaves

Simbiose Industrial, aglomerado de empresas, Ecologia Industrial.

1. Introdução

A Simbiose Industrial (SI) é uma das ferramentas da Ecologia Industrial (EI) que trata da relação mutuamente benéfica entre organizações co-localizadas que interagem em um ecossistema industrial, com a finalidade de aproveitamento de resíduos e recursos (LIMA; ELABRAS-VEIGA, 2015). Chertow (2007) ressalta que a gestão colaborativa dos fluxos de recursos de empresas localizadas geograficamente próximas, por meio de SI, é uma forma de

EI que promove a redução de custos de produção.

De acordo com a *Business Council for Sustainable Development*, SI é “a integração e cooperação entre indústrias de diferentes tipologias na qual os resíduos produzidos por uma indústria seriam utilizados como matéria prima por outra, resultando em ganhos econômicos, sociais e ambientais” (VEIGA; VEIGA, 2005, p. 2).

Saraceni (2014) desenvolveu uma ferramenta que avalia a presença de práticas de SI em rede de empresas. A pesquisadora elaborou um questionário baseado na relação entre três esferas (intercâmbio de subprodutos, compartilhamento de utilitário e/ou serviços e cooperação em gestão) e cinco domínios (técnico, econômico, político, informativo e organizacional/institucional) de SI.

A esfera intercâmbio de subprodutos analisa a utilização de resíduos como matéria prima de outras empresas; o compartilhamento de utilitário e/ou serviços avalia, em especial, a cogeração de energia, o tratamento de água para reaproveitamento e a coprodução de recursos; e a cooperação em gestão investiga a cooperação nas questões de interesse comum como planejamento, treinamento ou gestão da sustentabilidade. A ferramenta analisa quais os aspectos são intensos e quais precisam ser melhorados para a presença de SI em um aglomerado produtivo.

A ferramenta desenvolvida por Saraceni (2014) foi aplicada no período de 02 de março a 05 de abril de 2019, com o objetivo de identificar e analisar a presença de SI no aglomerado de empresas do setor Metalmeccânico de Maringá-Pr-Brasil. O presente estudo tem o objetivo de explicitar e apresentar os resultados obtidos na pesquisa.

2. Metodologia

As empresas pesquisadas são, de acordo com a classificação do SEBRAE (2019), de pequeno porte, possuem de 10 a 99 empregados. São associadas ao Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico do PR e têm sede estabelecida no município de Maringá-Pr-Brasil. Das 13 empresas associadas ao sindicato (população), 7 (54% da população) retornaram ao apelo da pesquisa (Quadro 01). A coleta de dados ocorreu por meio de e-mail e de visitas agendadas, no período de 02 de março a 05 de abril de 2019.

Quadro 01. Empresas pesquisadas

Empresa	Produção	Nº Empregados	Faturamento Bruto Anual
A	Máquinas para retífica de motores	78	Até R\$ 20.000.000,00
B	Ferramentas de precisão	54	Até R\$ 20.000.000,00
C	Ferramentas	50	Até R\$ 10.000.000,00
D	Metalúrgica	35	Até R\$ 10.000.000,00
E	Ferramentas especiais, moldes e fôrmas industriais	19	Até R\$ 5.000.000,00
F	Confecção e reparação de peças mecânicas industriais	29	Até R\$ 10.000.000,00
G	Engrenagens	26	Até R\$ 5.000.000,00

Fonte: Autores, 2019.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário com 160 questões. O questionário divide-se em três partes (as esferas), cada qual subdivida em outras cinco partes (os domínios). Foram calculadas as médias por domínio e por esfera das empresas.

Por fim, com aplicação de média ponderada foram calculados três indicadores de intensidade: indicador de intensidade de intercâmbio de subprodutos (IIS), indicador de intensidade de compartilhamento de utilitário e/ou serviços (IICU) e indicador de intensidade de cooperação em gestão (ICG). Os resultados finais foram explicitados por meio de gráfico de manobra.

3. Apresentação e análise dos resultados

Para análise da potencialidade de SI no arranjo produtivo pesquisado, foram identificados os cenários de cada esfera em que as empresas estão inseridas. Com relação à esfera intercâmbio de subprodutos, nota-se (Quadro 02) que os respondentes, com frequência, efetuam troca, compra e/ou venda de resíduos entre empresas integrantes do aglomerado (85%) ou não integrantes (71%); raramente ou nunca compram (86%) e/ou trocam (72%) resíduos, concentrando (100%) sua atuação na venda de resíduos. Os principais resíduos negociados são: óleos usados e graxas, ácidos, borrachas, escórias metálicas, resíduos de materiais de fundição, resíduos de metais, cavacos de aço, alumínio, bronze, óleo refrigerante e tecnil.

Quadro 02. Cenário intercâmbio de subprodutos

CONJUTOS DE QUESTÕES PARA ANÁLISE DE CENÁRIO {1: 1.a, 1.b, 1.c}		SIM	NÃO	
		1) Ocorre, com certa frequência, troca, compra e/ou venda de resíduos entre empresas da rede?	85%	15%
1.a) A SUA empresa realiza troca, compra e/ou venda de resíduos com outras empresas?	Com empresas pertencentes a rede	85%	15%	
	Com empresas não pertencentes a rede	71%	29%	
1.b) Com relação as transações de resíduos realizadas por sua empresa, elas ocorrem:		Frequente	Raramente	Nunca
	Compra de resíduos	14%	43%	43%
	Venda de resíduos	100%	0	0
	Troca de resíduos	28%	28%	44%
	(permuta)			
1.c) Cite os tipos de resíduos que são negociados: RESPOSTAS: óleos usados e graxas, ácidos, borrachas, escórias metálicas, resíduos de materiais da fundição, resíduos de metais, cavacos de aço, alumínio, bronze, óleo refrigerante e tecnil.				

Fonte: Autores, 2019.

O cenário das empresas pesquisadas referente à esfera compartilhamento de utilitários e/ou serviços está apresentado no Quadro 03. Em geral as empresas compartilham utilitários e/ou serviços, principalmente com empresas que fazem parte do aglomerado (71%).

Compartilham, principalmente, usina de reciclagem (57%), estação de tratamento de efluentes (57%) e transporte de insumos (57%). Não há transporte compartilhado de funcionário, tampouco cogeração de energia.

Quadro 03. Cenário compartilhamento de utilitários e/ou serviços

CONJUTOS DE QUESTÕES PARA ANÁLISE DE CENÁRIO			
{2: 2.a, 2.b}		SIM	NÃO
2) Ocorre, com certa frequência, compartilhamento de utilitários e/ou serviços (como transporte, usinas, central de reciclagem, depósitos, etc.) entre empresas da rede?		71%	29%
2.a) A SUA empresa compartilha utilitários e/ou serviços com outras empresas?	Com empresas pertencentes a rede	71%	29%
	Com empresas não pertencentes a rede	14%	86%
2.b) Entre os utilitários e/ou serviços compartilhados pelas empresas da rede estão:	Usina de Reciclagem	57%	43%
	Estação de tratamento de efluentes	57%	43%
	Cogeração de energia	0%	100%
	Energia em cascata	28%	72%
	Água em cascata	28%	72%
	Transporte de funcionários	0%	100%
	Transporte de insumos	57%	43%
	Outros	0%	100%

Fonte: Autores, 2019.

Quanto ao cenário de cooperação em gestão (Quadro 04), a pesquisa demonstrou que as organizações respondentes cooperam com frequência com outras empresas (71%), tanto com empresas pertencentes ao aglomerado (100%), quanto com empresas não pertencentes (71%). Cooperam, principalmente, em gestão ambiental (100%), gestão tecnológica (100%) e em gestão da produção (100%); cooperam, medianamente, em gestão de recursos humanos (57%) e em gestão de inovação (43%).

Quadro 04. Cenário cooperação em gestão

CONJUTOS DE QUESTÕES PARA ANÁLISE DE CENÁRIO			
{3: 3.a, 3.b}		SIM	NÃO
3) Ocorre, com certa frequência, cooperação em gestão entre empresas da rede?		71%	29%
3.a) A SUA empresa participa de iniciativas de cooperação em gestão?	Com empresas pertencentes a rede	100%	0%
	Com empresas não pertencentes a rede	71%	29%
	Gestão ambiental	100%	0%
	Gestão financeira	14%	86%

3.b) Ocorre, com certa frequência, cooperação em gestão entre empresas da rede?	Gestão tecnológica	100%	0%
	Gestão de inovação	43%	57%
	Gestão de recursos humanos	57%	43%
	Gestão da produção	100%	0%
	Gestão da qualidade	71%	29%
	Outros	28%	72%

Fonte: Autores, 2019.

Para aferir a potencialidade de SI no aglomerado três indicadores foram criados, um para cada esfera. Os indicadores foram obtidos por meio da média ponderada dos resultados obtidos nos domínios (Quadros 05, 06 e 07), calculados a partir da média do conjunto de questões. Os indicadores obtidos foram comparados com valores de referência fornecidos por diversos estudiosos sobre o tema.

O indicador de intensidade de intercâmbio de subprodutos foi de 0,74 (Quadro 05), ou seja, pouco acima da referência mínima de 0,72 (Gráfico 01). Fatores econômicos (FE) com média de 0,51 e fatores informacionais (FI) com 0,64 retornaram valores abaixo do mínimo de referência, de 0,60 e 0,80, respectivamente. Destaque para os fatores políticos (FP) cujo valor aproxima-se do máximo (0,95).

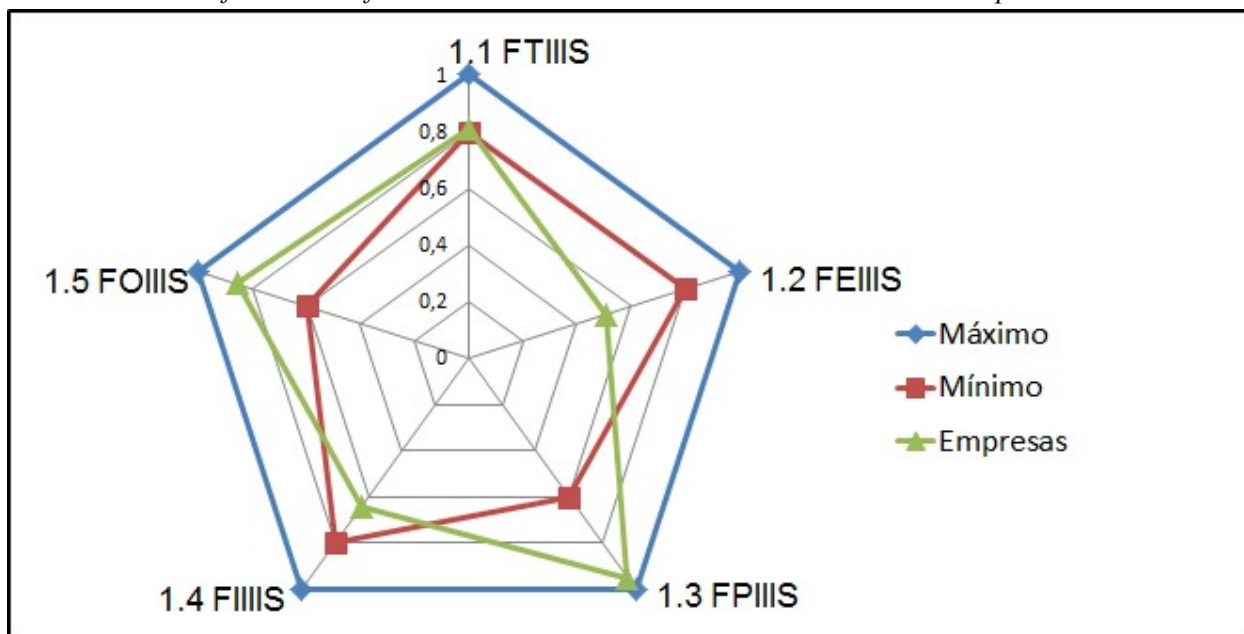
Quadro 05. Resultados Intercâmbio de Subprodutos

1. Intercâmbio de Subprodutos	Questões Esfera/ Domínios	Conjuntos de questões	EMPRESAS								Referência		Média Ponderada Aglomerado
			A	B	C	D	E	F	G	MÉDIA	Máx	Min	
	FT	{q1, q2.. q6}	1,00	1,00	0,33	0,50	1,00	1,00	0,83	0,81	1,00	0,80	0,74
	FE	{q7, q8.. q13}	1,00	1,00	0,14	0,29	0,14	0,57	0,43	0,51	1,00	0,80	
	FP	{q14, q15, q16}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,95	1,00	0,60	0,75
	FI	{q17, q18.. q22}	1,00	1,00	0,17	0,33	0,67	0,83	0,50	0,64	1,00	0,80	
	FO	{q23, q24.. q33}	0,91	0,91	0,73	0,73	0,82	1,00	0,91	0,86	1,00	0,60	
	Média Ponderada Empresa		0,97	0,97	0,45	0,55	0,70	0,88	0,70	0,75	1,00	0,80	

Fonte: Autores, 2019.

Após sintetizar os resultados obtidos da rede (Quadro 05), gerou-se o gráfico de manobra (Gráfico 01) das médias dos domínios da esfera intercâmbio de subprodutos. O gráfico de manobra destaca que as empresas pesquisadas encontram-se abaixo do nível de referência nos domínios econômico e informacional e um desempenho elevado no domínio político.

Gráfico 01. Gráfico de manobra dos resultados – Intercâmbio de Subprodutos



Fonte: Autores, 2019.

Na sequência, o indicador de compartilhamento de utilitários e/ou serviços foi calculado. O processo de tabulação foi o mesmo utilizado no indicador anterior. O resultado obtido (Quadro 06) indica que as empresas pesquisadas encontram-se um pouco abaixo (0,68) do mínimo de referência (0,72). Assim como no intercâmbio de subprodutos FE e FI apresentam valores abaixo do mínimo, com ressaltado para os FP (0,86). O melhor resultado é 0,96 para FT (domínio técnico) muito próximo da referência máxima de 1,00.

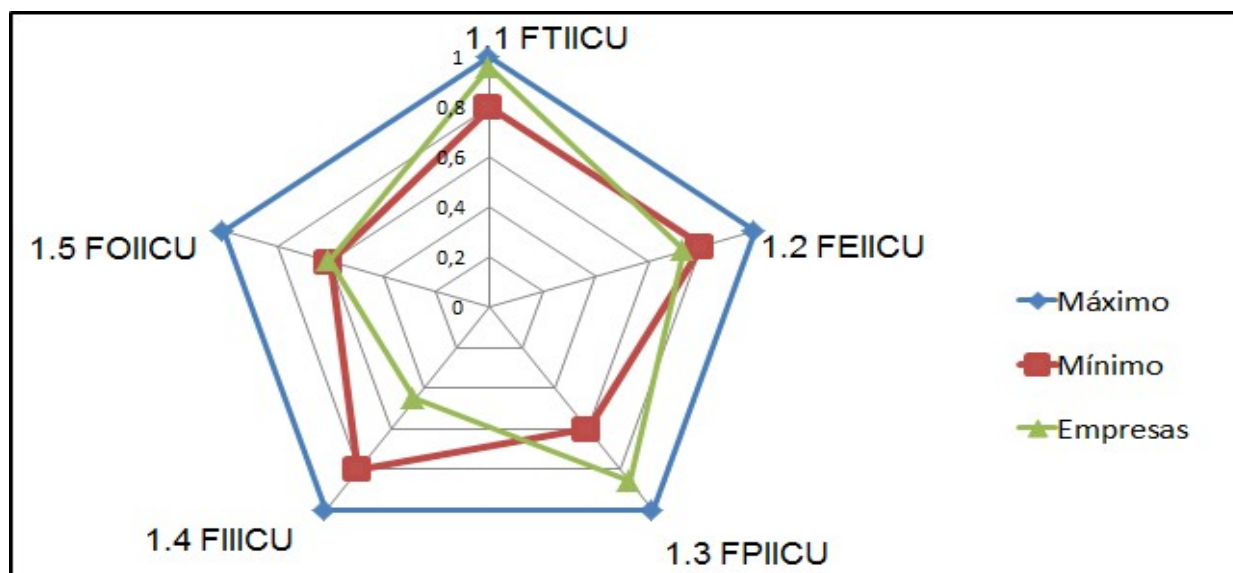
Quadro 06. Resultados Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços

2. Compartilhamento de utilitários e/ou serviços	Questões Esfera/ Domínios	Conjuntos de questões	EMPRESAS								Referência		Média Ponderada Aglomerado
			A	B	C	D	E	F	G	MÉDIA	Máx	Min	
	FT	{q34, q35.. q37}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,96	1,00	0,80	0,68
	FE	{q38, q39.. q44}	1,00	1,00	1,00	1,00	0,29	0,57	0,29	0,73	1,00	0,80	
	FP	{q45, q46, q47}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,86	1,00	0,60	
	FI	{q48, q49.. q53}	1,00	1,00	0,33	0,33	0,17	0,00	0,33	0,45	1,00	0,80	
	FO	{q54, q55.. q62}	1,00	1,00	0,56	0,56	0,33	0,44	0,33	0,60	1,00	0,60	
	Média Ponderada Empresa		1,00	1,00	0,72	0,72	0,45	0,48	0,38	0,72	1,00	0,60	

Fonte: Autores, 2019.

O Gráfico 02 refere-se ao gráfico de manobra da esfera compartilhamento de utilitários e/ou serviços. O resultado demonstra que, neste aglomerado, o FE e FI estão abaixo do mínimo de referência da ferramenta, com destaque para FT.

Gráfico 02. Gráfico de manobra dos resultados – Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços



Fonte: Autores, 2019

Por último, obteve-se o indicador de cooperação em gestão seguindo-se os mesmos procedimentos dos demais indicadores. O valor (0,69) indica que o conjunto de empresas encontra-se abaixo da referência mínima (0,76) – Quadro 07. Nessa esfera fatores técnicos (FT) e FE retornaram valores aquém do mínimo, com destaque, mais uma vez, para FP cujo valor atingiu o máximo (1,0).

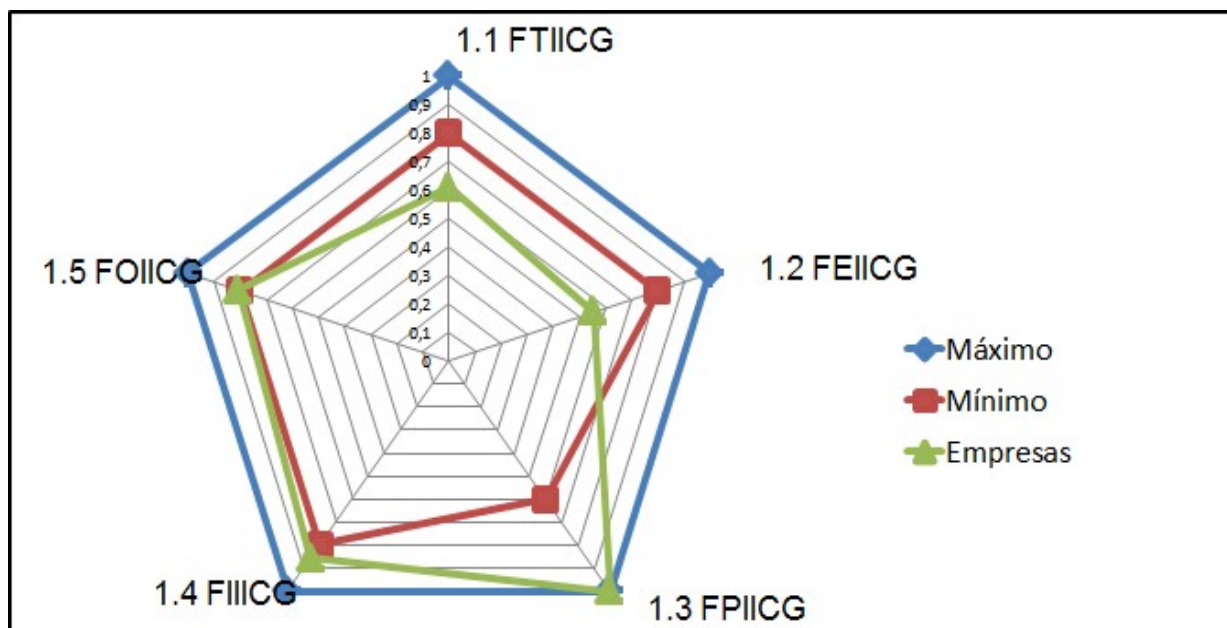
Quadro 07. Resultados compartilhamento de utilitários e/ou serviços

	Questões Esfera/ Domínios	Conjuntos de questões	EMPRESAS								Referência		Média Ponderada Aglomerado
			A	B	C	D	E	F	G	MÉDIA	Máx	Min	
3. Cooperação em Gestão	FT	{q63, q67.. q103}	0,71	0,68	0,34	0,46	0,66	0,73	0,68	0,61	1,00	0,80	0,69
	FE	{q104, q105.. q120}	0,76	0,76	0,12	0,53	0,47	0,59	0,65	0,55	1,00	0,80	
	FP	{q121, q122, q123}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	
	FI	{q124, q125.. q137}	0,93	0,93	0,57	0,57	1,00	1,00	1,00	0,86	1,00	0,80	
	FO	{q138, q139.. q160}	0,87	0,87	0,83	0,83	0,74	0,74	0,78	0,81	1,00	0,80	
	Média Ponderada Empresa			0,80	0,79	0,47	0,59	0,70	0,76	0,76	0,77	1,00	

Fonte: Autores, 2019

A partir do gráfico de manobra (Gráfico 03) pode-se observar que, como nas outras esferas (intercâmbio de subprodutos e compartilhamento de utilitários e/ou serviços), o FE mostra-se distante do indicador mínimo. O FT também apresenta-se abaixo da referência mínima, sendo o melhor resultado para FP.

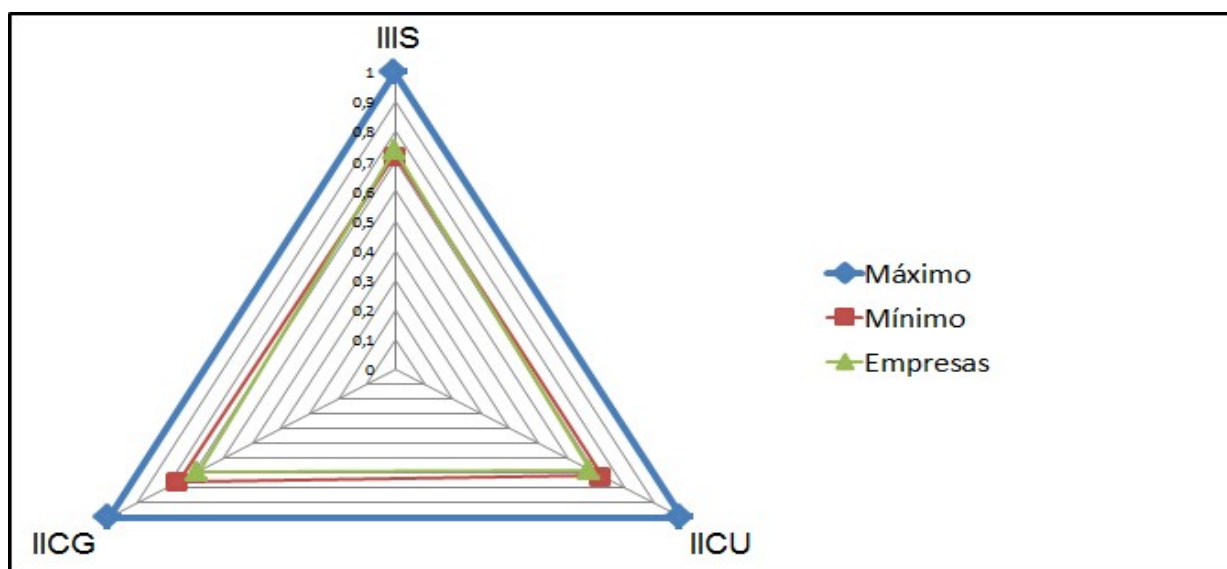
Gráfico 03 – Gráfico de manobra dos resultados – Cooperação em Gestão



Fonte: Autores, 2019

Por fim, observa-se no gráfico 04 que, de acordo com a metodologia proposta, apenas o indicador de intensidade de intercâmbio de subprodutos (IIS) apresenta valores compatíveis com SI. No entanto, os valores dos demais indicadores estão próximos do mínimo (valor de referência).

Gráfico 04 – Gráfico de manobra dos resultados de SI



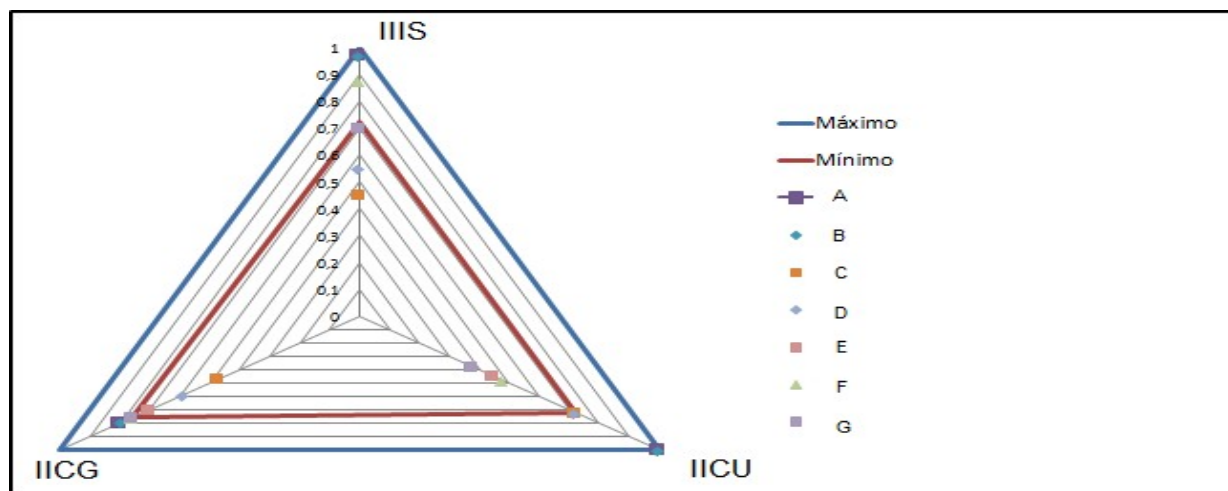
Fonte: Autores, 2019.

Os resultados, portanto, evidenciam a potencialidade para desenvolvimento da SI nas empresas pesquisadas no setor Metalmeccânico de Maringá, ressaltando os pontos mais

próximos do indicador mínimo de Simbiose Industrial, bem como os fatores que denotam as principais lacunas existentes.

O Gráfico 05 sintetiza os resultados individuais, por empresa.

Gráfico 05 – Gráfico de manobra dos resultados de SI – empresas



Fonte: Autores, 2019

Nota-se (Gráfico 05) que as empresas A e B são as que apresentam melhores resultados, isto é, aplicam SI em seus processos produtivos com valores próximos às referências máximas. As demais organizações mostram-se, em geral, abaixo da referência em uma ou mais esferas. Nenhuma das empresas encontra-se abaixo da linha de referência mínima, em todas as esferas. A maioria delas, apresenta pelo menos uma ou duas das esferas com valores na ou acima da referência mínima. As empresas C, D, E, F e G aplicam algumas práticas de SI em seus processos produtivos, mas não é uma ferramenta amplamente utilizada. Logo, pode-se afirmar que o aglomerado possui prática de SI, entretanto não é um processo desenvolvido.

4. Conclusão

O setor Metalmeccânico produz grande quantidade de resíduos, porém reaproveita a maior parte deles. Os resultados obtidos evidenciam essa característica: reaproveitamento. Observou-se, também, no aglomerado pesquisado, a potencialidade de SI, identificando-se fatores que alcançam ou estão muito próximos do mínimo necessário para a sua existência.

Os fatores econômicos apresentaram os menores valores nas três esferas. Os fatores informacionais retornaram valores abaixo do mínimo nas esferas intercâmbio de subprodutos e compartilhamento de utilitários/serviços. Na esfera cooperação em gestão os fatores técnicos estão abaixo da referência.

Para melhora dos resultados sugere-se a criação de uma governança para o aglomerado e o desenvolvimento de ações conjuntas que promovam o reconhecimento sustentável das empresas participantes. Propõem-se, também, a criação de centros de apoio à produção voltados, principalmente, à implantação de programas de compartilhamento da mão de obra e de desenvolvimento de produtos em comum. Outros aspectos que podem ser melhorados estão

vinculados ao compartilhamento de informações por meio de encontros e de reuniões com gestores e colaboradores das empresas que compõem o aglomerado.

A ferramenta mostrou-se prática e flexível, tendo sido aplicada, sem adaptações estruturais – salvo o emprego da média ponderada – a outro setor (Metalmecânico) que não aquele primitivamente testado (Moveleiro) por sua idealizadora. Aliás, a ferramenta, devido a sua fácil utilização, pode até mesmo ser auto aplicada, tanto para diagnóstico, quanto para prognóstico de simbiose em redes. Pode, inclusive, ser utilizada para o desenvolvimento da SI. No entanto, trata-se muito mais de um indicativo do que um detector de presença de SI, afinal indica os fatores relevantes para a SI sem analisar as inter-relações entre eles.

Sugere-se, para maior entendimento dos respondentes, nominar os integrantes da rede, pois não raramente eles sequer têm conhecimento da formação dessa rede e/ou aglomerado, tampouco reconhecem quem são seus participantes.

Os resultados obtidos contribuem para o desenvolvimento da Ecologia Industrial, na medida em que auxiliam na formação de estratégias e políticas de produção sustentável, com vistas a obtenção de ganhos econômicos, sociais e ambientais.

5. Referências

- CHERTOW, M. R. (2007). “Uncovering” industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, v. 11, n. 1, p. 11-30
- LIMA, M. A.; ELABRAS-VEIGA, L. B. (2015). *Gestão sustentável da indústria siderúrgica a partir das premissas da Ecologia Industrial*. In: INTERNATIONAL WORKSHOP – ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION – ACADEMIC WORK, 5th, 2015. Anais...São Paulo.
- SARACENI, A. V. (2014). *Ferramenta para avaliação da presença de práticas de simbiose industrial em uma rede de empresas*. 109. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.
- SEBRAE. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. (2019). *Os negócios promissores em 2019*. Brasília: SEBRAE. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Menu%20Institucional/Sebrae>. Acesso em: 22 abr., 2019.
- VEIGA, L. B. E.; VEIGA, M. M. (2005). *A simbiose industrial na redução dos resíduos sólidos*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., 2005. Anais...Campo Grande: ABES.

Alternativas de productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha plátano para el desarrollo territorial en San Juan de Urabá

Alejandro Arango Correa

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Ciencias de la Salud, Colombia

Alejandro.arango@colmayor.edu.co

Haroldo Barbutin Diaz

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Administración, Colombia

Haroldo.barbutin@colmayor.edu.co

Juan Felipe Parra Rodas

Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia

felipeparra@itm.edu.co

Resumen

En el Municipio de San Juan de Urabá, la actividad económica principal es la cosecha y explotación del cultivo de plátano, o banano. Esta actividad se centra exclusivamente en la comercialización del fruto, que representa aproximadamente al 10% o 20% de la plántula. El resto de los elementos de la plántula se consideran residuos agroindustriales y en su mayoría son incinerados, vertidos en fuentes hídricas o convertidos en compost. El Objetivo de Desarrollo Sostenible #12, denominado consumo sostenible, desea garantizar patrones de consumo y producciones sostenibles. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es identificar los productos y desarrollos tecnológicos obtenidos a partir de residuos agrícolas de la cosecha del plátano existentes a nivel mundial y que puedan ser susceptibles de ser adoptados en el municipio de San Juan de Urabá. Para el desarrollo de esta investigación se hizo una búsqueda en bases de dato científicas como Science Direct, Scielo, Springer y SCOPUS y en las páginas SIPI de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia y PatentScope de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual. Entre los hallazgos más significativos se encontraron más de 25 productos obtenidos a partir de residuos de plátano, las universidades y empresas que han desarrollado estas invenciones y la tendencia de los productos para cerrar el ciclo sostenible de los productos agroindustriales.

Palabras clave

Plátano, valor agregado, residuos, vigilancia tecnológica, desarrollo territorial.

1. Introducción

El plátano, originario del sudeste asiático, fue traído a Colombia por los españoles en el siglo XVI (Olmos, 2015). Como resultado de los procesos de diversificación y expansión del cultivo en el país a lo largo de las décadas, se cuenta hoy en día con una gran variedad de especies cultivadas (el plátano dominico, el hartón, el pelpita, el morado, entre otros); logrando que el plátano tenga una participación del 6,8% en el total de la producción agrícola del país (Proexport; 2011). Así mismo, Colombia se posiciona como el primer exportador mundial de plátano, seguido de Ecuador, Guatemala y República Dominicana; convirtiendo a este fruto en

uno de los productos más importantes a nivel nacional (Proexport; 2011).

La producción de plátano en Colombia se localiza principalmente en las regiones andinas e interandinas (58%), seguida por la Orinoquia (15%) y el Caribe; siendo los principales departamentos productores Quindío, Meta y Antioquia. (Olmos, 2015). El plátano de exportación se cultiva principalmente en la zona de Urabá (Moreno et al., 2009), siendo éste uno de los principales productos que soporta la economía del municipio de San Juan de Urabá (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015). De igual forma, la cosecha de plátano se establece como una actividad tradicional, generadora de empleo, un elemento básico de la seguridad alimentaria de los habitantes de esta zona, y una actividad esencial para la economía campesina que se compone básicamente por pequeños productores. Sin embargo, esta vocación agropecuaria genera un riesgo latente para los pequeños y medianos productores, ya que la dependencia económica de su cosecha los hace vulnerables a la inestabilidad de los precios del mercado, así como a los periodos de baja producción provocadas por las épocas de intensas lluvias y sequías en la región (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015).

Además, de la producción de plátano en el territorio se genera una cantidad considerable de residuos que, de no ser bien dispuestos en el proceso de cosecha y post-cosecha, ocasionan contaminación al terreno y a fuentes hídricas con sus consabidas consecuencias. De la producción anual de plátano en el Urabá, 1.300.000 toneladas en el año 2017, se estima que se generaron entre 20 a 25 toneladas de residuos agroindustriales por cada 1.000 plantulas de plátano (Valdivie, Rodríguez, & Bernal, 2008). Esto se debe a que, de la planta de plátano, solo se aprovecha la parte del fruto, que equivale aproximadamente al 15% de la plántula. El porcentaje restante corresponde al follaje, pseudo-tallo o vástago, raquis y frutos de descarte que no cumplen con parámetros de calidad de exportación o mercado nacional (Meneses, Agatón, Mejía, Guerrero, & Botero, 2010). La composición química de estos materiales es variada e incluye compuestos como la lignina (biopolímero aromático difícil de biodegradar) (Motato R, Mejía G, & León P, 2006), por lo que la mayoría de estos subproductos son denominados como residuos agroindustriales y son incinerados, vertidos en fuentes hídricas (sin ningún tipo de tratamiento previo generando una gran problemática ambiental) o empleados para la producción de compost (Saval, 2012).

Es necesario entonces la búsqueda e implementación de nuevas alternativas para el sostenimiento económico y alimentario de las comunidades que reduzcan la dependencia del cultivo como actividad única de los habitantes, “encaminar las políticas públicas hacia modelos que reconcilien una productividad aceptable con prácticas ambientales, y socialmente sostenibles” (COLCIENCIAS, 2017). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es identificar mediante búsqueda bibliográfica y de patentes; los productos y desarrollos tecnológicos obtenidos a partir de residuos agrícolas de la cosecha del plátano existentes a nivel mundial

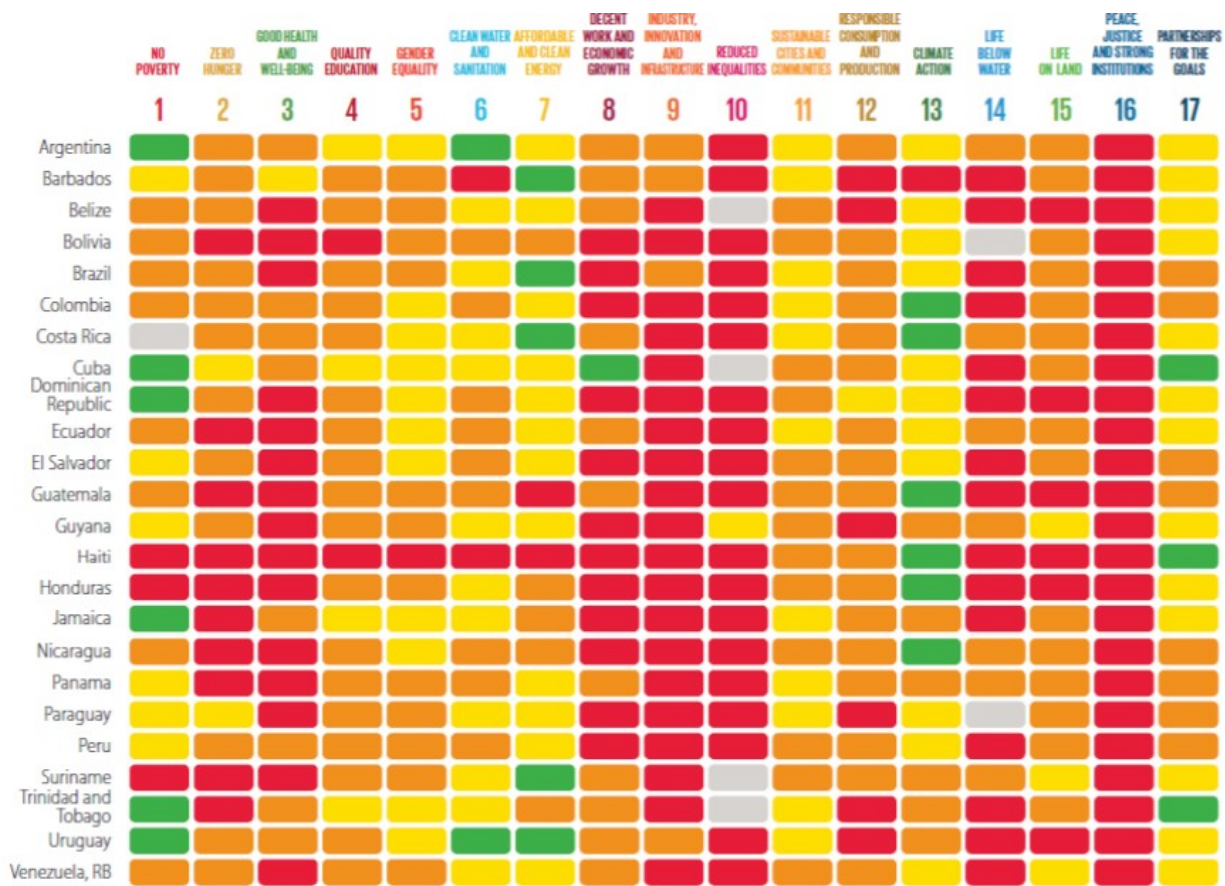
1.1. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En enero de 2016, fueron formulados los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Iniciativa impulsada por las Naciones Unidas, con el fin de dar continuidad a la agenda de desarrollo, tras la formulación los Objetivos de Desarrollo de Milenio (ODM). Los ODS son 17 objetivos interrelacionados entre sí, y 169 metas, aprobados por 193 líderes mundiales en la cumbre llamada “*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*”

(Herrero, Herrera, Ardila, Gutiérrez, & Herrera, 2018), celebrada en Nueva York, en la plenaria de la Asamblea General de la organización. Los ODS se consolidan como una hoja de ruta que proporciona las orientaciones y metas para ser adoptadas por los países en relación con temáticas como la pobreza, los desafíos ambientales, la protección del planeta y trabajar por el logro de mejores condiciones que permitan conservar todas las formas de vida de una manera sostenible, en un horizonte a 2030.

Dentro de los objetivos se encuentra el objetivo 12, que traza los lineamientos para la gestión del uso de los recursos naturales y sus impactos socio ambientales. Este objetivo le apuesta a una producción sostenible racionalizando la extracción de recursos. En Latinoamérica son muy bajos los logros alcanzados a la fecha. La figura 1, muestra el estado general de los logros obtenidos en el cumplimiento de este objetivo, se puede observar que ninguno de los 24 países ha alcanzado el color verde que significa “logro” total. La gran mayoría de países están en color naranjado (17), denotando poco avance en el logro de los indicadores, y 6 en color rojo, que evidencia cero avances. Solo República Dominicana aparece coloreado en amarillo, lo que significa que tiene un estado de mayor avance, sin alcanzar aún la meta (Chavarro et al., 2016).

Figura 1. Indicadores de ODS en Latinoamérica.



Nota: Color verde significa “logro” en el ODS, y se asigna a un país sólo si todos los indicadores bajo el objetivo son clasificados como verdes. Amarillo, naranja y rojo muestran menos avances en los objetivos, siendo rojo el más bajo (Chavarro et al., 2016).

En el caso de Colombia, la tasa de reciclaje no supera el 10% y se producen alrededor de 13,8 millones de toneladas al año de residuos sólidos, y las proyecciones estiman que a 2030 se podría llegar 18,74, lo que representa cerca de 321 kilogramos por persona al año. Dentro de estos desechos se presenta la liberación de sustancias químicas que pueden causar daños graves en la salud y el ambiente. Por este motivo, mediante el proyecto “ODS Colombia”, el país se traza como objetivo apoyar y promover la igualdad de oportunidades y el logro y disfrute universal del bienestar, con preferencia por los territorios y poblaciones más vulnerables, a través del compromiso de todos los actores del Desarrollo buscando apropiar, aplicar, monitorear y evaluar la Agenda 2030 a nivel nacional, sub-nacional y local (Herrero et al., 2018).

El presente trabajo de investigación es una apuesta en la dirección del cumplimiento de los ODS, específicamente del objetivo No 12 “Producción y consumo responsable” en concordancia con el proyecto ODS Colombia, mencionado anteriormente. Se busca mediante acciones de gestión tecnológica apostarles a mejores oportunidades de desarrollo mediante la explotación de las capacidades endógenas del territorio, que en un alto porcentaje es habitado por población vulnerable. Se pretende aprovechar los residuos generados en la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano para generar productos con valor agregado, y a la vez impactar positivamente al ambiente evitando la contaminación de las fuentes hídricas producto de la mala destinación de estos residuos. A nivel socioeconómico, la generación de fuentes de empleo se convierte en un punto en alto para el desarrollo del territorio y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

2. Metodología

Para el cumplimiento del objetivo de la presente investigación se emplearon como herramientas metodológicas las entrevistas a productores, la construcción de una herramienta para la recolección de la información, la observación activa, el análisis documental y la revisión bibliográfica entre otros. Dichos datos son procesados convirtiéndolos en información para convertirlo en conocimiento útil. A continuación, se describen cada una de las fases, procesos y herramientas empleadas:

Recolección de información muestral:

Inicialmente, se recolectó información sobre la cantidad de residuos generada, la disposición final, el área sembrada, la distancia de siembra, la periodicidad de la cosecha, la clasificación y el destino de la fruta. La recolección de la muestra se realizó mediante un método de muestreo no probabilístico denominado muestreo intencional o de conveniencia, debido a la disponibilidad y acceso a la información mediante individuos que aportan los datos requeridos para una investigación exploratoria como es este caso. De esta forma, la información fue suministrada por tres fincas: Los espejos, Los Robles y Nueva Esperanza; las cuales conforman en conjunto un área total de 33 hectáreas cultivada de plátano. Se tomaron los datos en cinco (5) fechas diferentes para asegurar la veracidad, y analizar la variación, de la cantidad de residuos que pueden generarse durante un periodo de tiempo. En el Anexo A. se visualiza el formato para la recolección de la información empleado.

Adicionalmente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los productores del municipio de San Juan de Urabá, con el objetivo de conocer las generalidades del manejo del cultivo y sus residuos. Dentro de la entrevista se abordaron preguntas como: ¿Qué manejo se da a los residuos? ¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados?

¿De qué formas se disponen los frutos averiados? ¿De qué forma hacen la disposición final de los raquis? ¿Cuál es la cantidad de vástago por corte o cosecha? ¿Cuál es la cantidad de hojas por corte o cosecha? ¿De qué formas hacen la disposición final de las hojas? ¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano? (raíces, frutos maduros, etc.) ¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?

La información recolectada se empleó para determinar las características de los productos, subproductos y residuos del plátano en el área de estudio para los periodos de cosecha y post- cosecha. Con base en esta información se identificó además el potencial productivo y se estableció el porcentaje de residuos, insumo para la realización de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva:

Paralelamente a la recolección de información en las fincas, se realizó un proceso sistemático de búsqueda, captura, análisis y explotación de información mediante vigilancia tecnológica. En este proceso se realiza la búsqueda de productos y desarrollos tecnológicos elaborados con residuos de plátano. Se emplearon las bases de datos científicas: SCOPUS, Science Direct y Springer desde la biblioteca virtual del ITM. Además, se usó las bases de datos gratuitas de Google Académico y Google Patent, PatentScope de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual –OMPI- y el Sistema de Propiedad Industrial –SIPI- de la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC-.

Mediante la lectura de los principales artículos científicos y patentes se logró definir productos o desarrollos tecnológicos que se elaboran a partir de diferentes residuos del cultivo de plátano. Para reducir el número de resultados no se tuvo en cuenta los artículos o patentes que desarrollen metodologías o mejoras en procesos de biocombustibles. Esto se debe a que esta tecnología tiene altos costos de inversión e infraestructura. Además, en Colombia y en el territorio no se ha implementado motores ni equipos de combustión con bioetanol, esto limitaría un mercado local y se tendría que buscar una exportación de bioetanol.

Para la definición de las palabras claves se consideraron aquellas que describían de forma más certera el título de la investigación, además, fueron usadas para encontrar resultados deseados en las bases de datos y buscadores con respecto a las temáticas que se abordan en el trabajo. Se empleó el creador de nube de palabras Word Art (<https://wordart.com/>) y como resultado se obtuvo con mayor resultado las palabras: Residuos, Banano, plátano, biotecnología, post-cosecha y valor agregado, como se evidencia en el gráfico 1.

Gráfico 1 Nube de palabras para definición de palabras claves.



Las palabras claves seleccionadas se tradujeron al inglés para mejorar la búsqueda en las bases de datos de artículos científicos y patentes. De esta manera, las palabras claves a usar fueron: Waste, banana y su nombre científico *Musa paradisiaca*, plantain y su nombre científico *Musa acuminata*, biotechnology, postharvest y value added.

Con las palabras claves se definieron tres (3) ecuaciones de búsqueda para depurar y obtener mejor resultados en las bases de datos científicas y de patentes:

- Waste AND banana OR Plantain OR *Musa acuminata* OR *Musa Paradisiaca*
- Waste AND postharvest AND banana OR Plantain OR *Musa acuminata* OR *Musa Paradisiaca*
- Biotechnology AND waste AND banana OR plantain OR *Musa acuminata* OR *Musa Paradisiaca*

Es de considerar que un subproducto es un producto secundario, bien conocido, generalmente útil, comercializable y por lo tanto con valor agregado que resulta de un proceso industrial (Saval, 2012), cuando se habla de residuos, se aplica a aquellos que pueden tener o no un valor comercial, porque son poco comunes o porque se generan en bajas cantidades. Sin embargo, algunos de sus constituyentes aún en baja proporción, le pueden conferir algún interés para su utilización, de este modo, estos dos primeros términos son similares y se consideran para procesos de aprovechamiento y obtención de productos de valor agregado.

3. Resultados y discusión

La finca Nueva Esperanza está ubicada a cuatro (4) kilómetros del casco urbano municipal, vía que comunica al Municipio de San Juan de Urabá con el municipio de Necoclí. Esta finca tiene una extensión de 13 hectáreas con una siembra de 1920 plantas/hectárea de plátano. La finca Los Robles está ubicada a 5 kilómetros del casco urbano municipal, vía que comunica al Municipio de San Juan de Urabá con el municipio de Necoclí, tiene una extensión de 5 hectáreas con una siembra de 1540 plantas/hectárea de plátano. Por último, La finca Los Espejos está ubicada a 7 kilómetros del casco urbano municipal, vía que comunica al Municipio de San Juan de Urabá con el municipio de Necoclí, con una extensión de 15 hectáreas y una siembra de 1670 plantas/hectárea de plátano.

La tabla 1, muestra el comparativo de la producción en forma porcentual por calidad y disposición de la fruta de las tres fincas donde se adelantó el proceso de recolección de la información, así como datos de la extensión y número de plantas por hectárea. Se logra observar que la producción de fruta de exportación en promedio es del 49%, que el promedio de la calidad de fruta para el consumo nacional es del 12,5% y restante 38.4% está representado en las frutas pequeñas, clavos y averiados. Se resalta también que alrededor del 20% de la cosecha de plátano son productos averiados o descartados. Estos plátanos son para regalar o para consumo interno de los familiares. Si los plátanos están en muy mal estado se depositan en un relleno sanitario o en el abono orgánico que se va acumulando con el raquis de las cosechas. Además, los otros desechos como hojas, tallos, vástagos que representan hasta un 60% de la planta, no son tenidos en cuenta para realizar subprocesos u obtención de productos que pueda generar nuevos ingresos económicos para las familias.

Tabla 1. Comparativa de producción entre las tres fincas productoras estudiadas.

VARIABLE	FINCA LOS ESPEJOS	FINCA LOS ROBLES	FINCA NUEVA ESPERANZA
Área	15 Ha	5Ha	13Ha
Número de Plantas por Ha	1.670	1.540	1.920
fruto	Plátano	Plátano	Plátano
Total Producción	37.608	36.739	72.117
Fruta de exportación	43%	46%	59%
Consumo nacional	14.2%	14%	9.4%
Fruta pequeño	12.5%	10%	7.4%
Fruta clavo	7.9%	7.0%	4.8%
Averiaados	22.4%	23%	19.4%
Total fruta	100%	100%	100%

4. Búsqueda de información

Para la búsqueda de investigaciones científicas y académicas, se usaron las siguientes bases de datos: Google Académico, Science Direct, Scielo, Springer y SCOPUS. Empleando las ecuaciones de búsqueda, se inició con la base de datos de google académico y se hallaron más de 6.000 resultados relacionados con el trabajo de grado. Se refinó la búsqueda en base de datos científicas Science direct y Springer; debido a que el motor de búsqueda de google académico no diferencia resultados en artículos indexados, citas, libros y memorias de eventos académicos. Con la búsqueda en las bases de datos Springer y Science Direct se hallaron entre 400 y 500 publicaciones con las ecuaciones de búsqueda reportadas en la tabla 2.

Tabla 2. Búsqueda y captura de información en base de datos científicas y de patentes.

Fecha	Fuente	Ecuación de búsqueda	Nº Resultados obtenidos
10/03/2018	Google Scholar	residuos del plátano pdf	6.770
10/03/2018	Google Scholar	aprovechamiento residuos post-cosecha plátano	1.090
20/02/2018	Google Scholar	residuos del plátano pdf	6.770
20/02/2018	Google Scholar	aprovechamiento residuos post-cosecha plátano	1.090
20/02/2018	Science Direct	Banana + Waste	7.739
20/02/2018	Science Direct	banana postharvest+waste	399
20/02/2018	Science Direct	banana flour	4.072
20/02/2018	Scopus	banana+postharvest	387
20/02/2018	Scopus	biotechnology+banana+postharvest	23
20/02/2018	Scopus	flour AND postharvest+banana	52
20/02/2018	Scielo	residuos + plátano	21
20/02/2018	Scielo	harina+plátano	25

Fecha	Fuente	Ecuación de búsqueda	N° Resultados obtenidos
20/02/2018	Springer	banana and postharvest	47
20/02/2018	Springer	banana and flour	210
20/02/2018	Springer	banana and biotechnology	486
10/03/2018	SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (waste) AND TITLE-ABS-KEY (banana) OR TITLE-ABS-KEY (plantain))	962
10/03/2018	SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (waste) AND TITLE-ABS-KEY (banana) OR TITLE-ABS-KEY (plantain)) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Colombia"))	32

Para complementar la búsqueda, se usa la base de datos SCOPUS. Esta base de datos comprende más de 16.500 revistas indexadas a nivel mundial en todas las áreas de conocimiento y permite analizar a los investigadores que más publican con respecto a la temática buscada, así como las instituciones a las que pertenecen. De esta manera, se puede emplear toda la información para realizar una vigilancia tecnológica.

Para la búsqueda de desarrollos tecnológicos evidenciados en patentes se utilizó el buscador del Sistema de Propiedad Industrial –SIPI- de la Superintendencia de Industria y Comercio (Superintendencia de Industria y Comercio, 2018). Además, para rastrear diferentes desarrollos a nivel mundial se accede a la base de datos PATENTSCOPE de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual la cual tiene información de la mayoría de oficinas de propiedad intelectual del mundo. En ambas búsquedas, se encontraron menos de 10 desarrollos tecnológicos patentados con respecto al uso de los residuos del plátano y el banano.

5. Análisis de la información

La generación de conocimiento está dirigida a solucionar problemas relacionados con los residuos del plátano y banano; visualizándose un incremento año tras año. En la gráfica 2, se observa como en los años 2002, apenas se tenían 9 publicaciones sobre este tema y para el 2017, se incrementó a 129 resultados de investigación publicados en revistas indexadas. Este incremento se debe a la intención de buscar alternativas para el uso y aprovechamiento de las toneladas de residuos que genera la cosecha de monocultivos de plátano y banano. Además, las investigaciones se centran en diferentes opciones para obtener materia prima para la producción de biocombustibles. Durante el mismo periodo se puede visualizar en la gráfica 3, como países como India, Malasia, Brasil, Nigeria, Colombia, Estados Unidos y China tienen intereses para aprovechar residuos vegetales del plátano y banano. Estos países se pueden agrupar en productores de plátano y banano como Nigeria, Brasil y Colombia o países consumidores de plátano y banano como India, Estados Unidos y China. Por ende, son los países que apuntan a ser pioneros en investigación a partir de residuos de plátano y banano por aportar mayor cantidad de problemas al conglomerar toneladas de residuos de la cosecha o consumo de plátano y banano.

Gráfico 2 Número de publicaciones desde el 2002 hasta el 2018 a nivel mundial. B. Porcentaje de participación de cada país con respecto a las publicaciones entre los años 2002 y 2018

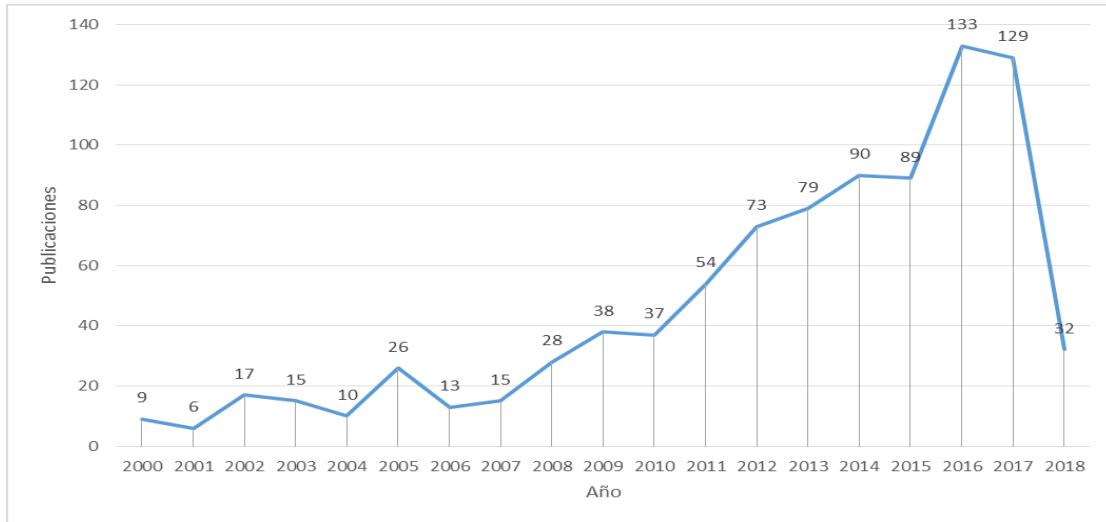
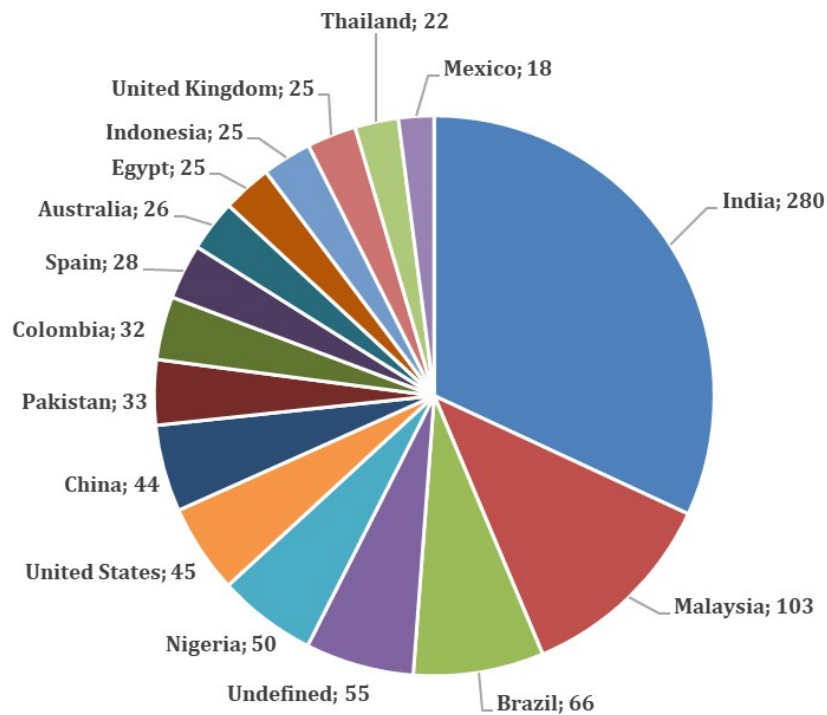


Gráfico 3. Publicaciones por países durante los años 2002 al 2018



En la gráfica 4, se aprecia como la investigadora Noeli Sellin de la Universidad de la región de Joinville en Brasil ha aportado significativamente en la generación de conocimiento con 14 publicaciones científicas (entre autora y co-autora) entre los años 2002 y 2014. El enfoque de las investigaciones se basa en la producción y optimización de biocombustibles, como el bioetanol, a partir de la biomasa de residuos agroindustriales principalmente de plátano y banano. Así mismo, la Universidad de la región de Joinville es la segunda institución

con más publicaciones en temas de residuos de plátano y banano; seguido de la Universidad Sains Malaysia que cuenta con más de 20 publicaciones entre los años 2002 y 2018 (ver gráfico 5).

Gráfico 4 Principales autores nivel mundial que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano.

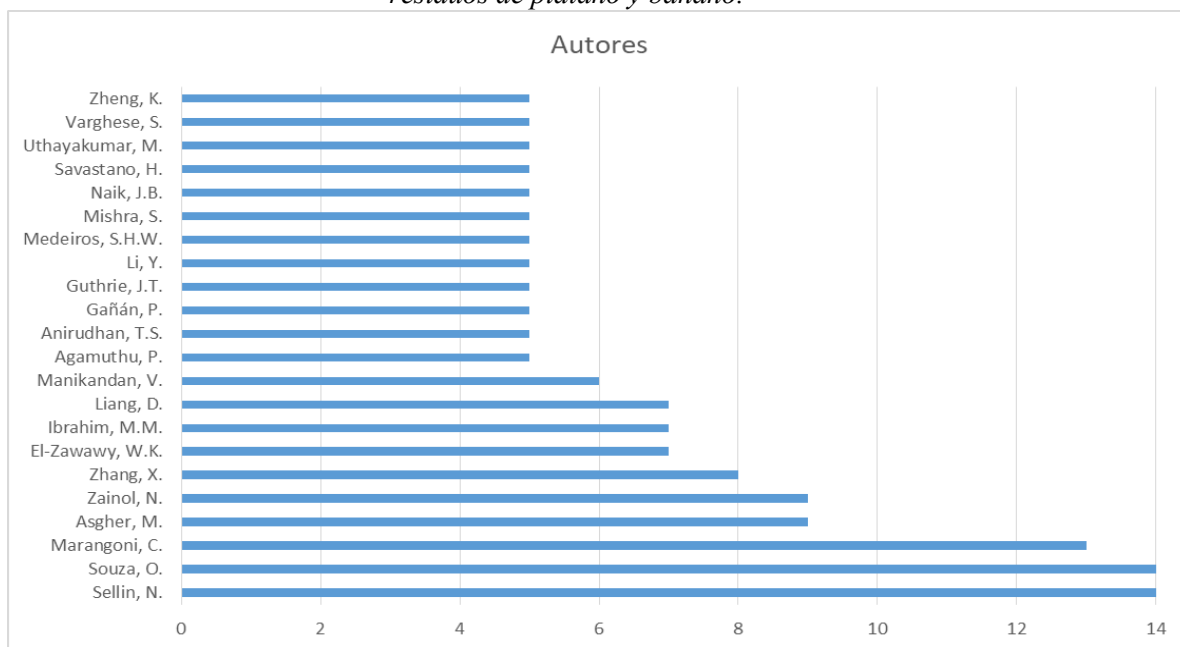
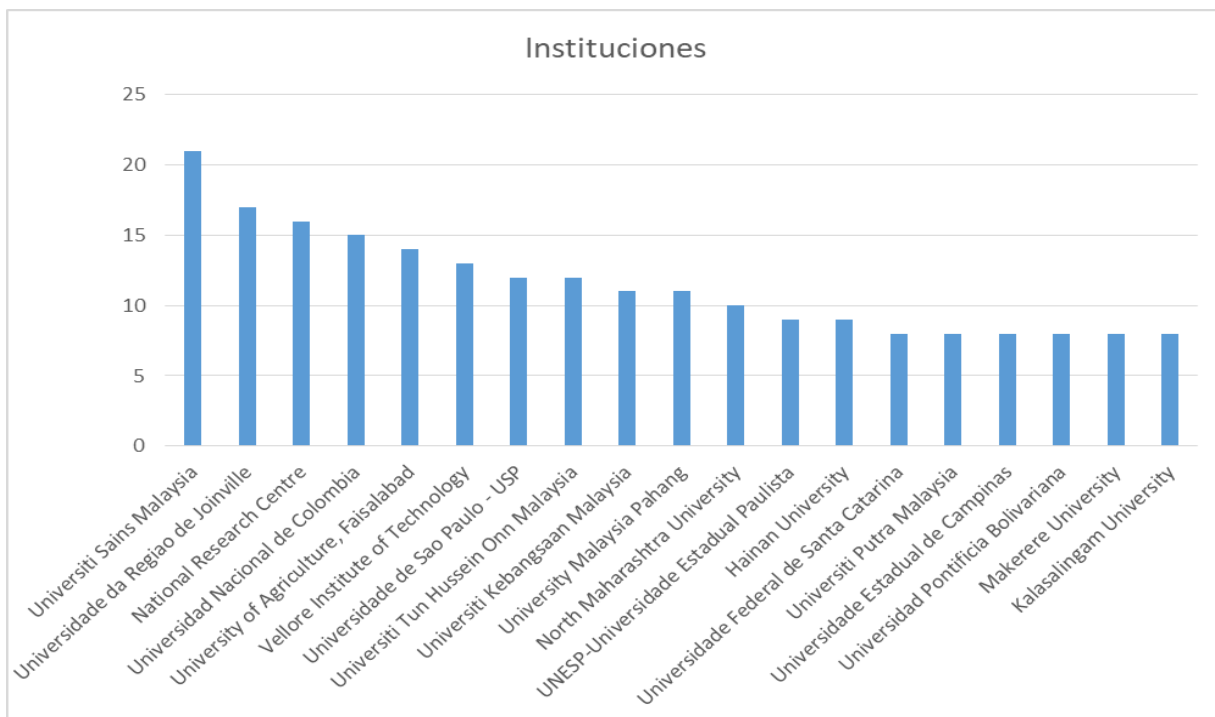
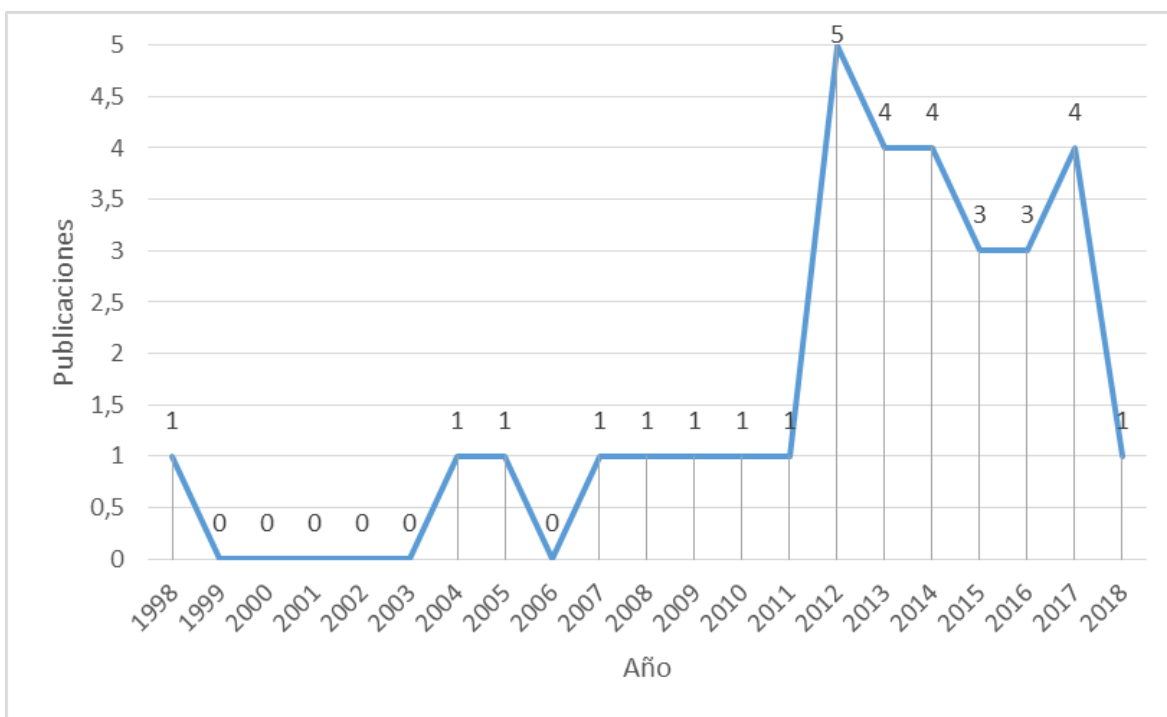


Gráfico 5 Principales instituciones y organizaciones que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano a nivel mundial.



Colombia no pasa desapercibido en la generación de conocimiento para dar soluciones a la problemática de residuos de post-cosecha del plátano y el banano. En la gráfica 6. Se observa como durante 20 años, desde 1998 hasta 2018, ha sido variable las publicaciones a nivel mundial. Sin embargo, desde el año 2011 ha sido constante publicaciones buscando aportes que den solución a la problemática de residuos de post-cosecha de plátano y banano. Es de resaltar que la Doctora Piedad Gañán Rojas de la Universidad Pontificia Bolivariana y la Doctora Ángela Adriana Ruiz Colorado de la Universidad Nacional de Colombia son las investigadoras con más publicaciones de resultados de investigación en revistas indexadas, por ende, son un referente colombiano a nivel internacional para dar soluciones a la problemática de residuos de plátano y banano. Piedad Gañán se encuentra entre los investigadores que más reportan generación de conocimiento a nivel mundial en la búsqueda de fuentes alternativas de fibras para reemplazo productos plásticos.

Gráfico 6 Número de publicaciones por años desde 1998 hasta el 2018 en Colombia.



En la tabla 3 Puede visualizarse los artículos más relevantes obtenidos en SCOPUS. Luego de realizar la lectura y análisis de cada uno de los artículos se definió cuál fue su aporte o producto que puede obtenerse mediante los resultados evidenciados en el artículo. Se resalta entre los productos obtenidos que la mayoría de las investigaciones buscan como materia prima los residuos de plátano y banano para la producción de bioetanol (Bello et al., 2014; Duque, Cardona, & Moncada, 2015; Prado, Souza, Sellin, & Marangoni, 2015). Sin embargo, otras investigaciones emplean los residuos para obtener plásticos como el Ácido polihidroxitbutírico –PHB- (Naranjo, Cardona, & Higuaita, 2014), materia prima para fermentaciones en estado sólido para producción de hongos comestibles, catalizadores de hidrógeno y enzimas amilasas (Acevedo et al, 2005; Adeniran, Abiose, & Ogunsua, 2010; Zhang, Whistler, BeMiller, &

Hamaker, 2005); que representan alternativas a implementar en regiones como San Juan de Urabá donde no se cuenta con una infraestructura para destilar ni producir alcoholes.

Tabla 3, Resultados de posibles productos obtenidos de la generación de conocimiento de los artículos científicos.

Título	Fecha de publicación	Autor/ institución/ Revista	Producto obtenido
Chemical studies of some plant wastes from Ghana	1974	Ankrah, E.K.	Composición química de los residuos de plátano
The environmental impact of banana production can be diminished by proper treatment of wastes	1995	Russo, R.O., Hernández, C	Impacto de la industria bananera
PRODUCTION OF ETHYL ALCOHOL FROM BANANAS.	1983	Jones, R.L., Towns, T.	Bioetanol
5-hydroxymethylfuran and 2,5-dimethylfuran production from banana waste	2013	Sierra-Salazar, A.F., Torres-Conde, A., Ruiz-Colorado, Á.A	Catalizadores para producción de hidrógeno
The physicochemical characteristics of plantain (<i>Musa Paradisiaca</i>) and banana (<i>Musa Sapientum</i>) pseudostem wastes	2012	Akpabio, U.D., Udiong, D.S., Akpakpan, A.E.	Composición química de los residuos de plátano
Membrane development from banana peel fibers for waste water treatment at low cost	2012	Datta, S., Karmoker, S., Sowgath, Md.T.	Membranas para tratamiento de aguas residuales
No waste in <i>Musa</i> species: The use of banana and plantain leaves in the production of edible mushrooms	2013	Idowu, O.O., Akinyemi, S.O.S	Uso de las hojas de plátano para producción de hongos comestibles
Plantains and their postharvest uses: An overview	2009	Mohapatra, D., Mishra, S., Meda, V	Usos de los residuos de post-cosecha
Thermoplastic composites reinforced with banana (<i>musa paradisiaca</i> L) wastes	2002	González-Chi, P.I., Vázquez Rodríguez, G., Gómez-Cruz, R.	Termoplásticos elaborados con residuos de banano
Utilization of food waste materials for energy, food and/or animal feeds production. I. Biogas from dried banana peelings	1983	Silverio, C.M., Tan, B.V., Pacheco, V.G	Uso de residuos de cosecha de plátano para transfor en pellets para alimentar animales
Development and quality assessment of value added plantain stem juice incorporated with grape juice	2011	Ravi, U., Menon, L., Gomathy, G.	Jugos azucarados

Postharvest aspects of highland bananas in Uganda	1996	Aked, J., Kyamuhangire, W.	Cuantificación de residuos de la post-cosecha
Solid state fermentation of banana wastes	1985	Baldensperger, J., Le Mer, J.,	Fermentación en estado sólido
		Hannibal, L., Quinto, P.J.	
Biogas yield potential research of the wastes from banana by anaerobic digestion	2017	Unni Krishnan, A., Joselin Herbert, G.M.	Biogas
Production of fungal β -amylase and amyloglucosidase on some nigerian agricultural residues	2010	Adeniran, H.A., Abiose, S.H., Ogunsua, A.O	Enzimas amilasas
Banana starch: Production, physicochemical properties, and digestibility - A review	2005	Zhang, P., Whistler, R.L., Bemiller, J.N., Hamaker, B.R	Almidón de banano
Natural Fibers from Plantain Pseudostem (Musa Paradisiaca) for Use in Fiber-Reinforced Composites	2017	Cadena Ch, E.M., Vélez R, J.M., Santa, J.F., Otálvaro G, V	Fibras
Starch extraction potential from plantain peel wastes	2017	Hernández- Carmona, F., Morales-Matos, Y., Lambis-Miranda, H., Pasqualino, J.	Almidón
Plantain fibre bundles isolated from Colombian agro-industrial residues	2008	Gañán, P., Zuluaga, R., Restrepo, A., Labidi, J., Mondragon, I.	Fibras
Energy and exergy analysis of ethanol production process from banana fruit	2010	Velásquez, H.I., Ruiz, A.A., de Oliveira Junior, S.	Etanol
Ethanol production from banana fruit and its lignocellulosic residues: Exergy and renewability analysis	2009	Velásquez Arredondo, H.I., Ruiz Colorado, A.A., Oliveira Junior, S	Etanol
Techno-economic and environmental analysis of ethanol production from 10 agroindustrial residues in Colombia	2015	Duque, S.H., Cardona, C.A., Moncada, J	Etanol

Pervaporation of ethanol produced from banana waste	2014	Bello, R.H. Linzmeier, P. Franco, C.M.B. Souza, O. Sellin, N. Medeiros, S.H.W.Marangoni, C.	Etanol
Alternative energy from biomass: Bioethanol from banana pulp and peels [Energia alternativa de biomassa: Bioetanol a partir da casca e da polpa de banana]	2012	Souza, O. Schulz, M.A. Fischer, G.A.A. Wagner, T.M. Sellin, N.	Etanol
Comparison between single and multi-effect evaporators for sugar concentration in ethanol production	2015	Prado, C.A. Souza, O. Sellin, N. Marangoni, C.	Etanol
Study of the specific heat capacity of biomass from banana waste for application in the second-generation ethanol industry	2015	Villa-Vélez, H.A., Váquiro, H.A., Lopes-Filho, J.F., Telis, V.R.N., Telis- Romero, J.	Etanol
Plantain fibre bundles isolated from Colombian agro-industrial residues	2008	Gañán, P. Zuluaga, R. Restrepo, A. Labidi, J. Mondragon, I.	Fibras
Assessing the Feasibility of Biofuel Production from Lignocellulosic Banana Waste in Rural Agricultural Communities in Peru and Colombia	2013	Santa-Maria, M. Ruiz-Colorado, A.A. Cruz, G. Jeoh, T.	Etanol
Use of residual banana for polyhydroxybutyrate (PHB) production: Case of study in an integrated biorefinery	2014	Naranjo, J.M., Cardona, C.A., Higueta, J.C	PHB
The inoculation of microorganisms in composting processes: Need or commercial strategy?	2014	Acevedo, M., Acevedo, L., Restrepo-Sánchez, N., Peláez, C.	Compostaje

A diferencia del número de investigaciones realizadas a nivel mundial, los desarrollos tecnológicos visualizados en las patentes son menores. En 10 años, solo se registran 10 patentes relacionadas con el aprovechamiento de residuos de plátano y banano a nivel internacional. La inventora más destacada es Raquel Del Val Buedo, que cuenta con dos patentes concedidas para el aprovechamiento de los residuos del plátano y banano. Además, ella es la directora técnica del centro de desarrollo tecnológico “Investigaciones y aplicaciones biotecnológicas” en España. En la tabla 4. Se puede visualizar cada una de las patentes halladas. Para el aprovechamiento de los residuos de plátano y banano se resalta que las patentes en su mayoría son procesos para el desarrollo de un producto, por ende, los residuos

de plátano y banano son una materia prima importante para alguna tecnología. Así, se hace relevante entender las cantidades de cada residuo para definir desde los criterios de decisión cuales se podrán implementar en San Juan de Urabá.

Tabla 4 Desarrollos tecnológicos patentados a nivel nacional e internacional.

Título	Fecha de radicación	Titular/Autores/Organización	Observaciones/diagramas
Proceso para la elaboración de una masa de plátano o banano pre frita y productos así obtenidos	26/12/2001	Sergio Rolando Cabrera Manríquez	Negada
Proceso para elaboración de paños absorbentes biodegradables a partir de bellota de plátano, bagazo de caña y buchón de agua	31/01/2008	Carlos Felipe Forero Monsalve	Negada
Proceso para convertir tallo de plátano en fibras para la absorción de hidrocarburos y sistema correspondiente	20/05/2016	Margarita Castellanos Abondano	Bajo examen de fondo - PCT
Proceso para la obtención de aglomerados a base de la fibra del tallo del plátano y banano y producto así obtenido	15/02/1993	Gustavo Adolfo Serna Ospina	Negada
Procedimiento para la producción de jarabe azucarado por degradación de materiales amiláceos y lignocelulósicos de la planta de banano	30/11/2009	Catalina Malagón Cotrino	Concedida

Proceso para la elaboración de artículos del hogar fabricados en fibra de celulósicas de banano, y producto obtenido con dicho proceso	2/01/2013	John Bayron Jaramillo Zapata	Negada
Proceso para la producción de almidón de banano	30/04/1999	Mauricio Pinzón Pinzón	Caducada
Aparato y método para extraer láminas de fibras de plantas de banana para la producción de productos de papel	15/02/2008	Papyrus Australia Limited	México
Proceso para producir hidrógeno	14/12/2017	Universidad Nacional De Colombia	Colombia
Composiciones y procedimientos para controlar nematodos parásitos de plantas.	14/07/2015	Bayer Cropscience Lpbayer Cropscience Lp	Alemania
Métodos de síntesis de combustible por biomasa para eficiencia de energía	12/05/2009	Altervia Energy, Llc	PCT
Polvo estable de pulpa de mamey y productos alimenticios a partir de éste	23/10/2008	Jiménez Mendoza, Dimas	México
Composición microbiana útil contra nematodos de cultivos vegetales	7/08/2014	Investigaciones Y Aplicaciones Biotecnológicas, S.L.	México
Aprovechamiento biotecnológico de <i>Pleurotus ostreatus</i> para el manejo de los desechos agroindustriales	26/10/2011	Jadaa, Rami Imad	PCT

Packaging system	19/10/2006	Australian Banana Company Pty Ltd	Australia
------------------	------------	-----------------------------------	-----------

5.1. *Inteligencia competitiva*

Larry Kahaner define la inteligencia competitiva como “un programa sistemático para recoger y analizar información sobre las actividades competitivas de las demás empresas del entorno y de las tendencias de los negocios en general para poder hacer que tu propia empresa sea la mejor.” (Forniés, Sora, Perez, Hernandez, & Diez, 2007). En este sentido, la inteligencia competitiva, juega un papel de suma importancia en la fase de identificación y selección de la información más relevante para el proceso de toma de decisiones estratégicas. Del correcto tratamiento de la información recaudada depende parte del éxito en el mediano y largo plazo por la importancia que representa una u otra decisión en cada una de las distintas fases del desarrollo de un proyecto.

En la presente investigación las bases de datos de patentes seleccionadas nos permiten conocer que se está realizando a nivel nacional e internacional con los residuos de plátano y banano. De esta manera, se podrá tomar decisiones sobre el uso de alguna de las tecnologías o búsqueda de aliados para un futuro desarrollo. Cabe resaltar que pueden existir empresas que ya cuenten con tecnologías e innovaciones a partir de los residuos, pero se debe conocer la cadena de valor de cada producto a desarrollar. Por tal motivo, en la tabla 5. Se observan los diferentes residuos de una plántula de plátano y banano.

Tabla 5 Productos descritos de las publicaciones científicas y patentes relevantes.

Residuo	Producto
Banano de descarte	Jugos azucarados
	Almidón de banano
	Materia prima para producir hidrogeno
	Polvo de pulpa (adición de otras frutas)
Cascara	PHB (plástico)
	Producción de furanos (catalizador de hidrogeno)
	Materia prima para bioetanol
	Materia prima para fermentación de bioinsumos
Cascaras y plátanos de descarte	Alimento animal
	Enzimas amilasas
	Almidón de banano
	Jarabe azucarado
Hojas y vástago	Paños absorbentes biodegradables
Plátanos de descarte	Materia prima para bioetanol
	Biogas
	Masa de plátano para freír
Vástago	Fibras en forma de pellets (membranas)
	fibras termo resistentes
	Fibras de absorción de hidrocarburos

	Aglomerados a base de fibra
	Fibras para aglomerados
Vástago y hojas	Artículos para el hogar
Vástago, hojas y cascaras	Materia prima producción de hongos comestibles
	Fermentación en estado solido
Residuo	Producto
	Compostaje - análisis comercial
	Materia prima para biocombustible (biomasa)

Fuente: Elaboración propia

Después de analizados los 27 productos identificados, la lista de alternativas fue filtrada teniendo en cuenta criterios como el impacto medio ambiental que genera la alternativa, disponibilidad de materia prima, aspectos financieros y de mercado, aspectos socioeconómicos y de pertinencia para el territorio. De esta forma se la lista se redujo 5 productos: las fibras para aglomerados, artículos para el hogar, paños absorbentes biodegradables, PHB, bioplásticos y obtención de almidón de plátano partir de cáscara y plátano de descarte. Estos productos fueron seleccionados por el bajo costo de producción, aprovechamiento de mayor porcentaje de residuos y demanda de los productos en el territorio. Se dejaron por fuera del listado final productos como los jugos azucarados, por la poca pertinencia además de la existencia en el mercado de muchos sustitutos y competidores. La producción de materia prima para producir hidrogeno también se descartó, dado que la infraestructura necesaria excedía los alcances del proyecto, además del hecho que en el país estas tecnologías aún se encuentran en fases tempranas de implementación. Igual argumento se empleó para descartar productos como la producción de furanos (catalizador de hidrogeno), Materia prima para fermentación de bioinsumos, Materia prima para bioetanol, Materia prima para biocombustible (biomasa) y biogás. Otros productos como la producción alimentos para animales, enzimas amilasas, no fueron tenidos en cuenta debido a que la cantidad de materia prima requerida por producto excedía a la cantidad disponible que arrojó los estudios de caracterización de los residuos.

Es de resaltar que en la búsqueda científica existe un enfoque dedicado específicamente al tema de la generación de biocombustibles a partir de residuos de plátano, sin embargo, no se selecciona como alternativa debido a los requerimientos técnicos, sociales y de mercado que permitirían la implementación de este tipo de tecnología en el Urabá.

6. Conclusión

Este trabajo se planteó como una investigación exploratoria, buscando identificar residuos agroindustriales de los cultivos de plátano y su aprovechamiento en la obtención de productos de valor agregado como una opción para mejorar el desarrollo económico y social de San Juan de Urabá, además, esta investigación permitió concatenar este proceso investigativo con el cumplimiento de algunos Objetivos de Desarrollo Sostenibles planteados para Colombia.

Este proyecto pudo identificar y cuantificar el tipo y la cantidad de residuos que se generaron en tres (3) fincas del Municipio de San Juan de Urabá en cinco (5) fechas. Es concluyente en esta recolección de la información que los productores de plátano no hacen un producto de valor agregado con los residuos. Pocas veces se usa solo el raquis para hacer

compost, pero la mayoría termina desechándose o creando mayores focos de contaminación. El vástago y las hojas del plátano son el mayor residuo cuantificado en las fincas y estas partes del árbol de plátano forman más del 60% de la misma planta, llegando a 45 toneladas por hectárea cultivada. Esta cantidad de residuos tienen potencial para ser empleados como una importante fuente de materia prima en el desarrollo de productos de valor agregado, generando beneficios económicos en la región y reduciendo impactos ambientales negativos, producto de la quema y disposición actual. Esto se evidencia en los resultados de la vigilancia tecnológica en la que se encontraron más de 26 desarrollos tecnológicos creados a partir de residuos de plátano, de los cuales, bajo un análisis preliminar de las condiciones tecnológicas, sociales, ambientales y de mercados, se recomienda la implementación de cinco (5): PHB (bioplásticos), Harina de plátano, paños absorbentes biodegradables, fibras para aglomerados y artículos para el hogar. Los alcances del proyecto llegan hasta la identificación de las alternativas, Sin embargo, se espera que este proyecto sirva de insumos para proyectos futuros que consoliden las alternativas y se conviertan en opciones reales para el municipio. Para avanzar a una fase de implementación se requiere de estudios de factibilidad y posibles pruebas piloto. Dado que la aplicación de estas alternativas requiere de inversiones en recursos y no se considera posible el ejecutar todos los proyectos, se sugiere, como paso a seguir, una priorización inicial de las alternativas. Para ello es necesario realizar análisis multicriterios preliminares, en donde se evalúen aspectos como las afectaciones ambientales, la productividad y la aceptación del mercado. Así mismo se requiere de un análisis que incluya a los diferentes actores del problema (productores, entidades municipales, habitantes) y que evidencie las preferencias ante la solución del problema.

Se espera que con la continuidad de la presente investigación se genere un impacto positivo en materia ambiental para la región el departamento y el país, enmarcado en el cumplimiento del objetivo para el desarrollo sostenible número 12 “garantizar modalidades de consumo y producción sostenible”, sobre todo si se tiene en cuenta el poco avance logrado a la fecha en Latinoamérica y el Caribe y está como una asignatura pendiente por aprobar por dichos estados.

7. Referencias

- Acevedo, M., Acevedo, L., Restrepo-Sánchez, N. & Peláez, C. (2005). The inoculation of microorganisms in composting processes: need or commercial strategy?. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 17, Article #145. Retrieved November 13, 2018, from <http://www.lrrd.org/lrrd17/12/acev17145.htm>
- Adeniran, H. A., Abiose, S. H., & Ogunsua, A. O. (2010). Production of Fungal β -amylase and Amyloglucosidase on Some Nigerian Agricultural Residues. *Food and Bioprocess Technology*, 3(5), 693–698. <http://doi.org/10.1007/s11947-008-0141-3>
- Bello-Pérez, L.A. and Paredes-López, O. Starches of Some Food Crops, Changes During Processing and Their Nutraceutical Potential. *Food Engineering Reviews*, 1(1), 2009, p. 50-65.
- Chavarro, D., Vélez, M. I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2016). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. *Revista de Salud Pública*, 1(3), 183–188. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.31118.87368>
- COLCIENCIAS. (2017). Modelo general de buenas prácticas de sostenibilidad en centros de ciencia. Gobierno de Colombia.
- Duque, S. H., Cardona, C. A., & Moncada, J. (2015). Techno-Economic and Environmental Analysis of Ethanol Production from 10 Agroindustrial Residues in Colombia. *Energy & Fuels*, 29(2), 775–783. <http://doi.org/10.1021/ef5019274>
- Forniés, L., Sora, F., Perez, M., Hernandez, A., & Diez, Z. (2007). La inteligencia competitiva como herramienta de innovación. *Congreso Internacional Conjunto ADMIngegraf*, (1). Retrieved from

- <http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17012.pdf>
- Herrero, M. S., Herrera, F., Ardila, A. A., Gutiérrez, E., & Herrera, D. (2018). ODS en Colombia: Los retos para 2030. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Meneses, M. M., Agatón, L. L., Mejía, L. F., Guerrero, L. E., & Botero, J. D. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano en el departamento de Caldas. *Revista Educación En Ingeniería*, 9, 128–139.
- Moreno, J., Candanoza, J., & Olarte, F. (2009). Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de plátano de exportación en la región de Urabá.
- Motato R, K. E., Mejía G, A. I., & León P, Á. (2006). Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*. *VITAE Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, 13(1), 24–9. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n1/v13n1a04.pdf>
- Naranjo, J. M., Cardona, C. A., & Higueta, J. C. (2014). Use of residual banana for polyhydroxybutyrate (PHB) production: Case of study in an integrated biorefinery. *Waste Management*, 34(12), 2634–2640. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.007>
- Olmos, A. (2015). Cadena productiva del plátano departamento de Casanare 2015. *Secretaria de Agricultura Y Ganadería Y Medio Ambiente*, (308), 10–13.
- Prado, C. A., Souza, O., Sellin, N., & Marangoni, C. (2015). Comparison between Single and Multi-Effect Evaporators for Sugar Concentration in Ethanol Production. In *chemical engineering transactions* (Vol. 43). <http://doi.org/10.3303/CET1543091>
- Proexport. (2011). Sector Agroindustrial Colombiano. *ProExport Colombia*, 57(13), 1–17.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). Perfil productivo Municipio San Juan de Urabá.
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14–46.
- Valdivie, M., Rodríguez, B., & Bernal, H. (2008). Alimentación de cerdos, aves y conejos con plátanos (*Musa paradisiaca* L.). *Asociación Cubana de Producción Animal*, 1, 48–50.
- Zhang, P., Whistler, R. L., BeMiller, J. N., & Hamaker, B. R. (2005). Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. *Carbohydrate Polymers*, 59(4), 443– 458. <http://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2004.10.014>

8. Anexos

Tabla 6. Plantilla Recolección de información por finca

PLANTILLA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN POR FINCAS					
Datos iniciales	Finca :				
Fecha de encuesta					
Número de hectareas					
Número de plantas por hectarea					
TIPO DE RESIDUOS					
FRUTO					
Fruta de exportación en buen estado					
Fruta de exportación averiados					
Fruta mercado nacional AA en buen estado					
Fruta mercado nacional AA averiado					
Fruta pequeña en buen estado					
Fruta pequeña averiado					
Fruta clavo en buen estado					
Fruta clavo averiado					
¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados?					

¿Qué hacen con los frutos averiados?					
RAQUIS					
¿Cantidad de raquis por corte o cosecha?					
¿Qué hacen con los raquis?					
¿Qué características tienen los raquis?					
VÁSTAGO					
¿Cantidad de vástago por corte o cosecha?					
¿Qué características tienen los vástagos?					
HOJAS					
¿Cantidad de hojas por corte o cosecha?					
¿Qué hacen con las hojas?					
¿Qué características tiene las hojas?					
OTROS RESIDUOS					
¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano? (raíces, frutos maduros, etc)					
¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?					
¿Qué hacen con estos residuos?					
¿Tienen otros cultivos en las hectáreas?					
Peso de la planta					

Protección del conocimiento y las prácticas tecnológicas ancestrales en empresas mezcaleras de naturaleza artesanal y base no tecnológica como factor de fomento del desarrollo sustentable a través de la función proteger del modelo de gestión tecnológica PNGTi

Celia Luz González Fernández

Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Contaduría y Administración
gonfercel@gmail.com

Alejandra Herrera Mendoza

Universidad Iberoamericana, A.C.-Académica y Coordinadora de la Maestría en innovación
alejandra.herrera@ibero.mx

Luz María Castañeda de León

Universidad Nacional Autónoma de México –Dirección de Vinculación y Colaboración DGTIC
luzcast@gmail.com

Resumen

El presente trabajo forma parte del proyecto denominado, *Las prácticas de gestión de tecnología en empresas mexicanas productoras de mezcal artesanal en el Estado de Oaxaca*, cuyo propósito es explorar la relación existente entre las prácticas de gestión tecnológica vinculadas a la protección del conocimiento y las prácticas tecnológicas ancestrales de las mezcaleras con la posible implementación de acciones de desarrollo sustentable en materia de salvaguarda ambiental, inclusión social y derrama económica en la región. El trabajo, de naturaleza transversal/causal, toma como referente teórico la función *proteger* del modelo de gestión tecnológica PNGTi, autóctono de México y fácilmente aplicable a pymes de base no tecnológica, como es el caso de las mezcaleras. La investigación aporta elementos de juicio para fomentar el desarrollo de una industria emblemática en México y demuestra que de incrementarse el interés del sector en prácticas tecnológicas vinculadas a la propiedad intelectual se facilitarían la implementación de acciones de desarrollo sustentable que, a su vez, contribuirían a estabilizar una industria en riesgo de insustentabilidad debido a su acelerada expansión en el mercado. Dada la falta de referentes teóricos en la literatura, se sugiere interpretar los resultados y hallazgos presentados con prudencia.

Palabras clave

Prácticas de gestión tecnológica; propiedad intelectual; sustentabilidad; industria de mezcal artesanal; conocimiento ancestral.

1. Introducción

El conocimiento ancestral, la sustentabilidad y la propiedad intelectual (PI), son temáticas relevantes en el diseño de políticas de desarrollo sostenible, en cuanto a su importancia como elementos generadores de valor agregado en las cadenas productivas de productos/servicios originarios de la biodiversidad de los territorios indígenas (Cruz, 2015; García, 2007). Por otra parte, los derechos de propiedad intelectual (DPI) se han convertido en

foco de discusión de las economías globalizadas, especialmente en materia de recursos genéticos (García, 2007; Toledo, 2006), olvidando que la necesidad de proteger el recurso implica también la salva-guarda del conocimiento y prácticas tecnológicas ancestrales (CyPTA) con el que dicho recurso ha sido manejado a lo largo de los siglos (Dourojeanni, 2000). Este es el caso de las pequeñas empresas de mezcal artesanal del Estado de Oaxaca, cuya producción, basada en prácticas tecnológicas seculares derivadas de conocimiento ancestral heredado generacionalmente, se ha visto desbordada por la eclosión de su producto en el mercado, lo que pone en grave riesgo tanto la sustentabilidad ambiental de los recursos biológicos como la protección de los saberes y técnicas ancestrales. Cabe señalar que la profunda revisión de la literatura efectuada durante la investigación no pudo ubicar ningún estudio que abordara de forma conjunta el CyPTA, la sustentabilidad del proceso productivo y la protección de ambos elementos desde una perspectiva de gestión tecnológica (GT).

Por otra parte, la literatura coincide en describir el desarrollo sustentable como el principio rector del progreso mundial a largo plazo, con propósitos de alcanzar de forma equilibrada el desarrollo socioeconómico y la salvaguarda ambiental (Adams, 2006; Dourojeanni, 2000) en términos de equidad, lo que obliga a las organizaciones a considerar la sustentabilidad como un enfoque estratégico prioritario, asociándolo a sistemas de producción que cumplan con un triple imperativo: preservación ambiental, inclusión social y derrama económica. Un planteamiento especialmente relevante en aquellas industrias articuladas en torno a la existencia de los recursos naturales, como es el caso de las dedicadas a la producción, distribución y comercialización de mezcal artesanal en el Estado de Oaxaca, cuya expansión comercial comienza a generar problemas de sustentabilidad en cuanto a la escasez progresiva de materias primas, erosión y esterilidad del suelo, contaminación por uso de agroquímicos, riesgos de especies de magueyes silvestres, deforestación por tala excesiva y contaminación de cauces fluviales por la derrama de vinazas (Cilia, 2016; Rosa, 2019; CEMMEZ, 2019).

En un intento de paliar los problemas de sostenibilidad, el Consejo Regulador del Mezcal (CRM) aboga por la implementación de estrategias para “organizar, capacitar, promover y proteger a la industria” con propósitos de asegurar la “calidad y artesanidad” del producto (Rioja, 2018, s/p), el incremento de la producción y los niveles de exportación desde una perspectiva inclusiva, sin perjuicio ni de la salvaguarda ambiental ni de la integración social de la totalidad de los eslabones de una cadena de valor descapitalizada en su inicio — eslabón productores— debido a los altos costos del modelo productivo artesanal y de la falta de habilidades de los productores para estimarlos, lo que obliga a vender el producto a intermediarios y envasadores por debajo de su precio real e impacta en el desapego de las mejores prácticas de sustentabilidad en cultivos y procesos de producción (CEMMEZ, 2019a).

En tal contexto, el rescate y sistematización de los CyPTA de las mezcaleras artesanales, parte de las características atribuidas a las empresas familiares ubicadas en territorios indígenas que mantienen prácticas tradicionales tendentes a favorecer el desarrollo sustentable en tanto que facilitan el balance armónico entre los procesos socioeconómicos y ambientales (Loyola, 2016). Equilibrio que deriva de la incorporación del conocimiento ancestral a dichas prácticas, entendidas como un quehacer esencial del campesino que beneficia “el manejo, uso y cuidado necesario de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad”. (Alcázar, 2012:3). Lo anterior desde una consideración del conocimiento ancestral como el conjunto de conocimientos, prácticas, mitos y valores transmitidos de generación en generación a través de la enseñanza de las experiencias de los antecesores en diferentes campos, entre los que la UNESCO (2005) incluye los saberes ancestrales agrícolas —siembra, cultivo y cosecha— y las

prácticas pecuarias/tecnológicas —procesos de cocción, molienda, fermentación y destilación, en el caso del mezcal— heredadas generacionalmente y ligadas a un corpus de conocimientos igualmente heredados y vinculados a estrategias de generación y transmisión estrechamente asociadas al territorio y las comunidades que lo habitan, (Boege, 2009; Lucio, 2015). Un contexto común a numerosas prácticas agropecuarias en los países latinoamericanos, en tanto que aúna modos específicos de apropiación material y simbólica de la naturaleza y matrices de racionalidad —prácticas tecnológicas— entendidas como saberes construidos y/o adquiridos producto de acontecimientos nuevos, indispensables para alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable a escala local y global (Castillo & Venegas, 2016; Boege, 2009). CyPTA construidas en el lugar, basadas en una relación directa con la naturaleza, porque dependen de culturas arraigadas en su propio entorno (Toledo & Barrera, 2008; Bautista & Smith, 2011; Castillo & Venegas, 2016; CONABIO, 2012).

De este modo, el complejo sistema socioambiental y biocultural de las mezcaleras artesanales del Estado de Oaxaca, fincado en el CyPTA, explícitas o implícitas, vinculadas al producto a través de actividades económicas, culturales y filosóficas, es, en esencia sustentable y, como tal, debe de ser resguardado y protegido de modo acorde a lo señalado por el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Biodiversidad y Transformación de los Conocimientos Tradicionales en Secretos Comerciales* (Mugabe, 2017; Vogel, 2000; WIPO, 2001; Robinson, Abdel-Latif & Roffe, 2000, entre otros) y por la *Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas* (ONU, 2007). CyPTA que deben ser asegurados dado que constituyen una promisorio estrategia de defensa de la región mezcalera de Oaxaca contra la crisis que atraviesa el agro local en tanto que permite a los productores conservar la multifuncionalidad de la agricultura campesina y la sustentabilidad ecológica (Lucio, 2015); pero también porque representan una parte sustancial de los ingresos de los municipios mezcaleros (Rosa, 2019; Rioja, 2018) y revelan la permanencia de formas agroindustriales arraigadas en características culturales autóctonas, social y económicamente viables a largo plazo (Ayala & Castillo, 2013; Casas, 2006), además de contribuir al sostén de la calidad orgánica de la bebida a través del uso de procesos/tecnología sustentable en su elaboración (Lucio, 2015) guardados celosamente por los maestros mezcaleros a través de prácticas de gestión tecnológica (PGT) incipientes, aun cuando para Ramales & Barragán (2002), dichas empresas carezcan de capacidad tecnológica suficiente para adaptarse a los cambios exigidos por la economía globalizada.

Sin embargo, el hecho de que las mezcaleras artesanales oaxaqueñas carezcan de base tecnológica no significa que no comiencen a considerar los procesos de gestión tecnológica como un factor sustantivo de su desarrollo económico, de tal forma que el avance tecnológico su cadena de valor discorra de modo paralelo al avance y evolución del conocimiento ancestral y a la acumulación de prácticas tecnológicas aplicadas a sus procesos artesanales de producción, redundando en un producto de mayor calidad y competitividad en el mercado.

En este contexto, y para efectos de la presente investigación, se entenderá por producción artesanal todo proceso manual que requiera del uso de tecnología específica, materias primas, máquinas y herramientas de uso generacional, siempre y cuando dicho conocimiento haya sido adquirido en pequeños espacios familiares ubicados en una comunidad/territorio en la que los saberes se hayan transmitido generacionalmente (Barajas, 2000; Novelo, 2004; Lucio, 2015). Así mismo, se consideran prácticas de gestión tecnológica, aquellas acciones que se aplican en las mezcaleras artesanales, cuyo referente teórico se sustenta en lo señalado en el *Modelo Nacional de Gestión de Tecnología e Innovación*

(PNGTi), mismo que delimita cinco funciones sustantivas —*vigilar, planear, implementar, proteger y habilitar*— (v. tabla 1).

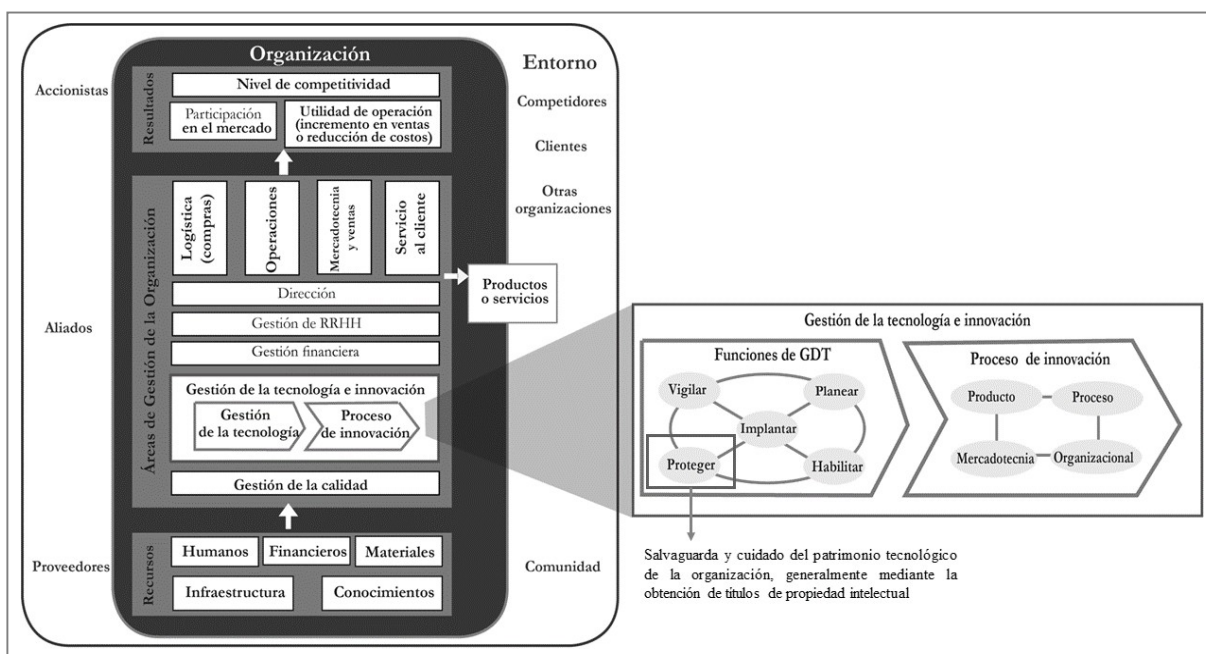
Tabla 1. Modelo PNGTi: Funciones

FUNCIONES	SIGNIFICADO	PROCESOS
VIGILAR	Búsqueda del entorno e indicios que permita identificar las amenazas y oportunidades de desarrollo e innovación tecnológica que impacte en el negocio.	Vigilancia tecnológica: <i>benchmarking</i> , identificación de buenas prácticas, elaboración de estudios de mercado y clientes y monitoreo tecnológico.
PLANEAR	Desarrollo de un marco estratégico tecnológico que le permite a la organización seleccionar líneas de acción que deriven en ventajas competitivas. Implica la elaboración de un plan tecnológico que se concreta en una cartera de proyectos.	Elaboración y revisión de plan tecnológico y de la cartera de proyectos
HABILITAR	Obtención, dentro y fuera de la organización, de tecnologías y recursos necesarios para la ejecución de los proyectos incluidos en la cartera.	Adquisición de tecnologías: compra, alianzas y licencias. Asimilación y desarrollo de tecnología, investigación y transferencia de tecnología. Gestión de recursos humanos, financieros, conocimiento y cartera de proyectos tecnológicos.
PROTEGER	Salvaguarda y cuidado del patrimonio tecnológico de la organización, generalmente mediante la obtención de títulos de propiedad intelectual.	Protección del patrimonio tecnológico: Gestión de la propiedad intelectual e industrial.
IMPLANTAR	Realización de los proyectos de innovaciones hasta el lanzamiento final de un producto nuevo o mejorado.	Innovación de proceso, producto, en mercadotecnia y organizacional.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Cambiotec (2016).

Las funciones recogidas en la tabla 1 se consideran, para efectos del presente trabajo, como PGT relacionadas con los procesos de producción, desarrollo, transferencia y uso de la tecnología; ejecutadas por los miembros de las organizaciones mezcaleras, conformando un sistema integral que incluye a la organización, los conocimientos, los aprendizajes y las capacidades tecnológicas (Villavicencio & Arvanitis 1994; Veracruz, 2003; Dini, Corona & Jasso, 2002), y permite la aplicación de PGT en empresas de base no tecnológica. El modelo PNGTi se define como una herramienta capaz de impulsar el desarrollo de las mezcaleras a niveles de competitividad internacional mediante una gestión de tecnología explícita, sostenida y sistemática, en la que tareas similares asociadas a la gestión de tecnología pueden agruparse en funciones que faciliten su organización y coordinación, incrementando la eficacia de la GT. Cuando las PGT se efectúan secuencialmente en base a objetivos y metas bien definidas facilitan el cambio organizacional y constituyen la base del proceso de GT (Fundación Premio Nacional de Tecnología, 2010; Cambiotec, 2016). (v. figura 1). Lo anterior, considerando que gestionar adecuadamente la tecnología implica, además de profundizar en las relaciones que establece con la empresa y el mercado, (Herrera, 2000) proteger el patrimonio tecnológico ancestral de las organizaciones que es, por su misma naturaleza, sustentable. Así, a través de la función *proteger* del modelo PNGTi no sólo se resguarda el producto y sus procesos de elaboración, sino el tiempo y el esfuerzo que tomó desarrollarlos.

Figura 1. Modelo de gestión tecnológica PNGTi



Fuente: Cambiotec (2016).

2. Desarrollo

2.1. Materiales y métodos

La investigación se define como: 1) *no experimental*, debido a que el objeto de estudio — PGT asociadas a la función *proteger* del modelo PNGTi— se analiza en su estado natural, sin que las variables fueran manipuladas ni asignadas aleatoriamente al fenómeno dado que tanto éstas como sus efectos ya ocurrieron. 2) transversal causal, en tanto que se recolectaron los datos en un momento determinado del tiempo con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en dicho momento desde una perspectiva de causalidad; 3) mixta, debido al uso conjunto de fuentes documentales y de datos recolectados en la investigación de campo y, 4) exploratoria, dada la falta de referentes teóricos que aborden la relación protección de los CPTA propiedad intelectual/sustentabilidad/gestión tecnológica en empresas mezcaleras.

Se delimitó como universo de la investigación a 1074 empresas productoras de mezcal artesanal, certificadas con denominación de origen y ubicadas en el Estado de Oaxaca, al que se aplicó un muestreo por cuotas de carácter no probabilístico. Para fundamentar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula estadística de proporciones (Kerlinger, 1979:116) para calcular el tamaño de la muestra n . (v. tabla 2).

Tabla 2. Muestreo

Fórmula				DISTRITOS DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES	
$n = Z^2 \cdot \sigma^2 / \delta^2 = (1.96)^2 \cdot (0.6)^2 / (0.2)^2 = (3.842) \cdot (0.36) / 0.04 = 1.383 / 0.04 = 34.6 \approx 35 \text{ productores de mezcal artesanal}$				Zona de Región de Mezcal: Santiago Matatlán 22 Ejutla 2 Mihuatlán 2 Ocotlán 4 Sola de Vega 2 Zimatlán 1	
Z = 1.96 Coeficiente de confianza σ = Desviación Estándar δ = Probabilidad de error				3 empresas participaron en la prueba piloto: Santa María de Minas, Huajapán de Juárez y Matatlán	
Nivel de confianza	Riesgo de no significancia	Probabilidad de error	Desviación estándar		
95%	0.05	0.02	0.6		

Fuente: Elaboración propia.

Con el propósito de considerar una muestra representativa, se determinó 35 empresas familiares ubicadas en siete distritos de origen indígena del Estado de Oaxaca, localizadas en la zona Región Mezcal con Denominación de Origen-D.O. Estas empresas productoras de mezcal artesanal guiadas por el maestro mezcalero, que comparten el mismo insumo —especie endémica de agave—, los procesos manuales derivados del conocimiento ancestral heredado y transmitido generacionalmente e idénticos utensilios artesanales; además de presentar similitudes en cuanto a tamaño físico, capacidades de producción y condiciones socioeconómicas y productivas, no cuentan con registro de propiedad intelectual.

El cuestionario aplicado a la muestra fue diseñado conforme a Herrera (2014) y responde a las características reflejadas en la tabla 3.

Tabla 3. Cuestionario: Características generales.

CUESTIONARIO	
Número de ítems	97
Distribución de ítems	1) Datos generales y sociodemográficos
	2) Dimensiones [funciones del modelo PNGTi]
	Vigilar 82 ítems
	Planear
	Habilitar
	Proteger
	Implementar
Organización de los datos	Software SPSS
Pilotaje	4 empresas
Consistencia interna	Alfa de Cronbach de 0.8044 [grado de consistencia alto]

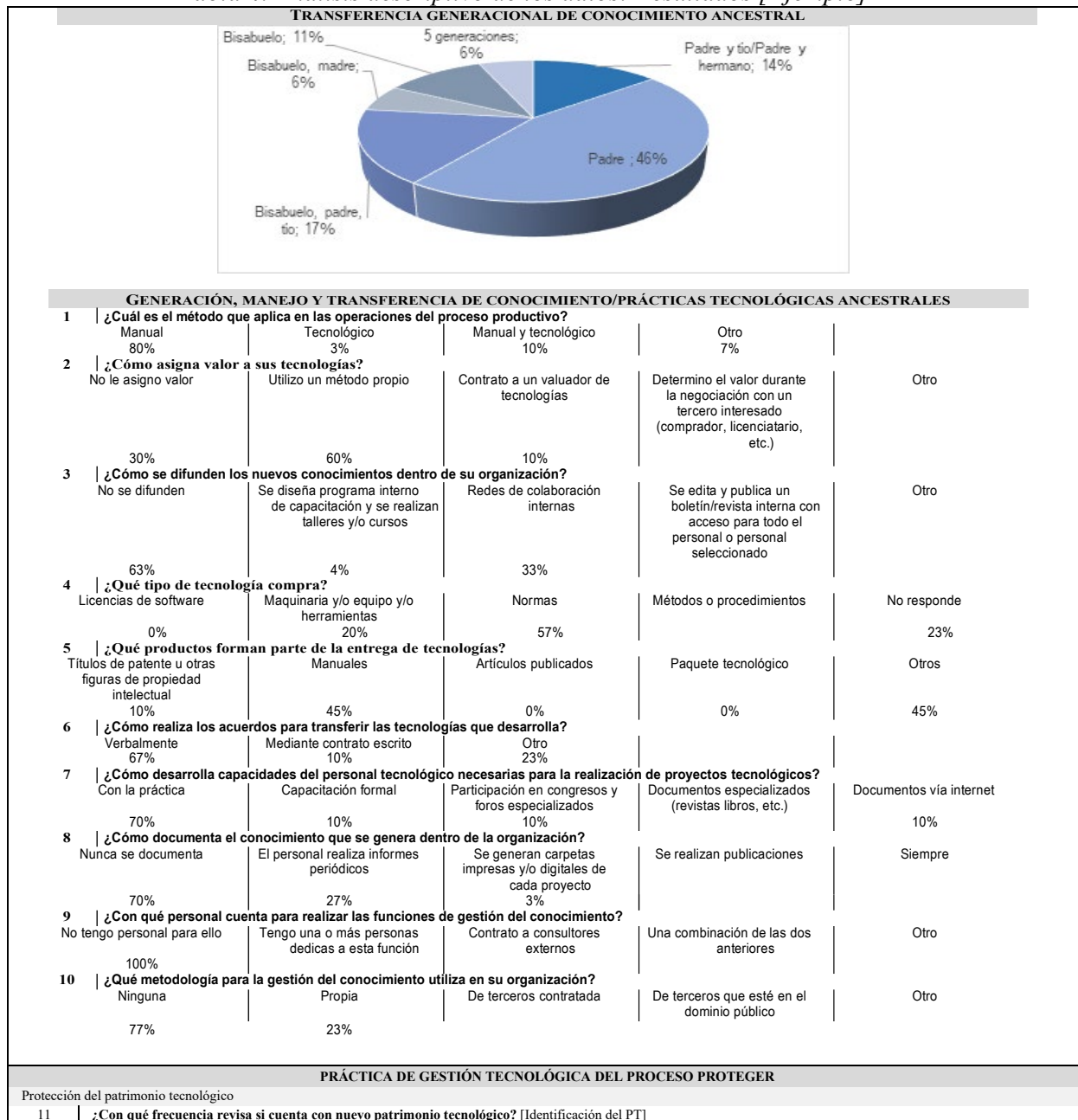
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se consideraron en este trabajo únicamente los ítems referidos a la función *proteger*, asociada con las PGT de protección de los CyPTA, con el propósito de mostrar la frecuencia, el método y el medio con que se efectúan dichas prácticas.

Como antes se refirió, la información recolectada fue obtenida a partir de la técnica de muestreo de cuotas misma que representa a la población de estudio. En la tabla 4 se presenta el análisis descriptivo de los datos, misma que recoge en su primera sección el binomio transferencia tecnológica de CyPTA/relación familiar. La segunda sección presenta

un ejemplo de los ítems vinculados a la generación, manejo y transferencia de CyPTA y, por último, la tercera sección expone ejemplos de ítems referidos a la PGT *proteger* que responden al tipo de método utilizado para salvaguardar el patrimonio tecnológico de la organización, a su estrategia de protección y a los métodos de explotación comercial que ayudan a resguardar la gestión del CyPTA utilizadas en la organización. Ítems que fueron extraídos del cuestionario original por considerarse los más aptos para explorar el fenómeno objeto del presente trabajo.

Tabla 4. Análisis descriptivo de los datos: Resultados [Ejemplo]



	Nunca 50%	Eventualmente 30%	Periódicamente 20%		
12	¿Qué método utiliza para proteger su propiedad intelectual? [Método de protección de PT]				
	Ninguno	Registros ante el IMPI, SAGARPA	Contratos de confidencialidad	Accesos restringidos a INDAUTOR o instalaciones y/o información	
	40%	37%	13%	10%	
13	¿Qué figuras de registro de propiedad intelectual le resultan más convenientes? [Figuras de PI]				
	No lo sé	Ninguna	Patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, denominación de origen, secreto industrial, marcas 50%	Derechos de autor	Derechos de obtentor de variedades vegetales
	10%	20%	50%	17%	3%
Explotación comercial					
14	¿Qué forma de explotación comercial de su propiedad intelectual genera mayores beneficios? [Método de registro]				
	No lo sé	Explotación propia	Licenciamientos	Cesión de derechos	Otra
	60%	33%	7%		
15	¿Cómo define su estrategia de gestión de propiedad intelectual? [Estrategia]				
	No tengo estrategia	Se define por cada caso	Se revisa periódicamente	Se contrata a un asesor para que se encargue de la explotación de la propiedad intelectual a su conveniencia	
	37%	57%	6%		
16	¿Qué porcentaje de sus ingresos recibe por la explotación comercial de su propiedad intelectual? [Medio de registro]				
	No lo sé	Nada	Hasta el 5%	Del 5% al 10%	Más del 10%
	60%	20%	10%	10%	--
Notas: PT = Patrimonio tecnológico; PI = Propiedad intelectual					

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, tanto la ponderación del valor de las PGT efectuadas individualmente como el valor global de la función *proteger*, presentaron los puntajes más bajos en relación con el resto de las funciones del modelo PNGTi, con un 6% del puntaje total, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre el valor de ponderación y el promedio de los resultados obtenidos en cada empresa (v. tabla 5).

Tabla 5. Prácticas de gestión tecnológica: Ponderaciones

PRÁCTICAS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LA FUNCIÓN PROTEGER: VALORES PROMEDIO									
Empresa	Valor	Empresa	Valor	Empresa	Valor	Empresa	Valor	Empresa	Valor
1	7	8	10	15	4	22	8	29	8
2	7	9	4	16	5	23	1	30	6
3	5	10	5	17	3	24	6	31	7
4	4	11	7	18	4	25	6	32	8
5	4	12	4	19	4	26	3	33	10
6	5	13	6	20	3	27	6	34	6
7	11	14	10	21	4	28	7	35	9
								Promedio	6
PRÁCTICAS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA: PONDERACIÓN									
Prácticas de gestión de tecnología		Ponderación de prácticas de gestión tecnológica		Promedio de prácticas de gestión tecnológica					
Vigilar		104		33%					
Planear		76		24%					
Habilitar		71		24%					
Proteger		17		6%					
Implantar		44		13%					

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cabe señalar que se efectuó un análisis univariado —complementado con técnicas de regresión y correlación simple— y otro multivariado para determinar el grado de asociación de la variable proteger respecto a la innovación, cuyos resultados ni se exponen ni se discuten en el presente documento por razones de extensión marcadas por los lineamientos¹.

3. Resultados y Discusión

Los resultados de la transferencia generacional del CyPTA son congruentes con los obtenidos por Bautista & Smith (2011) en tanto que la opción con mayor frecuencia de respuesta es el binomio padre/hijo; pero también con las teorías de Lansberg (1983) y Lee (2012) para quienes la transferencia de conocimientos a través del citado binomio otorga a las empresas familiares un carácter único que agrega valor y fortalece su posición en el mercado, lo que Loyola (2016) traduce como una influencia directa en la generación de beneficios económicos y mejora de la calidad de vida de las familias mezcaleras. Adicionalmente, Loyola (2016) incide en el papel determinante que juegan el CyPTA en el desarrollo de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. De acuerdo a ello, si se toma en consideración lo expuesto por Chávez (2006) sobre las vías de abordaje de la sustentabilidad en México, parece razonable suponer que este tipo de transmisión de CyPTA hasta ahora resguardadas informalmente por las propias familias y no documentadas, facilitaría el tránsito de las mezcaleras hacia la sustentabilidad mediante el ejercicio de salvaguarda formal a través de PGT asociadas a títulos de propiedad intelectual, que promoviesen lo que Chávez denomina una *estrategia de movilización social* a partir de la apropiación comunitaria —totalidad de las empresas ubicadas en un territorio geolocalizado— de dicho conocimiento, lo que es congruente con las políticas del CRM (2017) en materia de asociatividad y fomento de estrategias de colaboración que fortalezcan la presencia de las pequeñas mezcaleras artesanales de Oaxaca en los mercados nacionales e internacionales.

Por lo que respecta a la incidencia en el medio del CyPTA que el 80% informantes afirma practicar, las formas de trabajo de los mezcaleros son congruentes con lo expuesto por Dourojeanni (2000), en cuanto a las transacciones ambientales efectuadas en las microrregiones, ya sea de modo continuo y periódico a través de procesos agroindustriales de larga tradición — como es el caso de la producción de mezcal artesanal— o de acciones discontinuas normalmente puntuales como las derivadas de acciones no sostenibles exigidas a los productores por la expansión de la industria, tales como el exceso de residuos contaminantes en cauces fluviales o la sobretala. Por tanto, la protección del CyPTA mediante PGT de propiedad intelectual que generen beneficios al productor —regalías, incremento del precio de venta— favorecerá el primer tipo de intervenciones sobre el segundo, fortaleciendo el equilibrio ambiental y, en su caso, la aplicación de mejoras de innovación sustentable no lesivas para el entorno en los procesos de cultivo y producción. Para ello, las empresas objeto de estudio debieran de ser conscientes del valor que agrega a su negocio la preservación del CyPTA en términos de calidad, autenticidad, identidad y eficiencia y explotarlo debidamente mediante las certificaciones que salvaguarden su propiedad intelectual (Bautista & Terán, 2008). Sin embargo, los resultados muestran que o las empresas mezcaleras desconocen dicho valor —30% de los informantes no asigna valor— o remiten su tasación a métodos propios, no documentados y quién sabe si formal y económicamente eficaces —60% de los informantes. Que tal desapego derive de la ignorancia de los empresarios, de la carencia de recursos para contratar asesoría técnica o de su falta de capacidad para implementar PGT orientadas a desarrollar innovaciones tecnológicas que protejan los conocimientos y prácticas sustantivas, es una cuestión de interés para tratar en próximos trabajos.

¹ Los resultados se encuentran disponibles a solicitud.

La infravaloración del conocimiento y las prácticas tecnológicas ancestrales de las mezcaleras oaxaqueñas —60% de los informantes— trae como consecuencia su falta de difusión, lo que es contrario a la tesis del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA, 2016) de acuerdo al cual dichos CyPTA deberían ser considerados como activos que pueden emplearse para evaluar el impacto ambiental, especialmente en materia de cambio climático a nivel local, ayudando a mitigar los efectos negativos del mismo, por lo que de acuerdo a Macchi (2008) deberían sistematizarse, estudiarse, documentarse y difundirse con el fin de recuperarlos, y consolidarlos. Por su parte, el FIDA (2016:65) indica que la profundización en los CyPTA agropecuarias puede ayudar a generar información sobre “iniciativas y medidas prácticas anteriores y presentes, así como el seguimiento de los progresos de la adaptación tradicional”, que adecuadamente gestionadas se convertirían en valiosas innovaciones en materia de sustentabilidad con un impacto benéfico en la calidad de vida de las comunidades. Un primer paso sería, indudablemente, iniciar esquemas de protección de la propiedad intelectual para poder explotar comercial y académicamente —investigación— conocimientos y tecnologías ancestrales hacia temáticas y acciones de sustentabilidad.

Por otra parte, los resultados muestran altos niveles de reticencia en los productores a la hora de incorporar nuevas tecnologías que puedan amalgamarse con el conocimiento y las tecnologías ancestrales, de forma que cuestionados sobre el tipo de tecnología adquirida las normas presentan la frecuencia de respuesta más elevada —57%—, que claramente se deriva de la necesidad de cumplimiento del imperativo legal requerido para la comercialización del producto y casi la cuarta parte de los informantes —23%— no respondió el ítem, lo que puede interpretarse como una negativa consciente/inconsciente de los empresarios a la adquisición de recursos tecnológicos fácilmente identificable con lo que Noreña (2014) define como un problema de comunicación intercultural, derivado de las dificultades de asimilar los procesos de hibridación a que continuamente los somete la sociedad globalizada, por lo que se niegan a adoptar valores/herramientas/conocimientos/tecnologías que le son ajenas y que, a su juicio, pudieran debilitar el conocimiento ancestral en el que fincan su sentido de pertenencia al territorio y la tradición. El mismo nivel de reticencia se aprecia en su tendencia a la transmisión verbal de la tecnología, en su negativa a documentar procesos, a capacitar formalmente a su personal o a contratar trabajadores que se ocupen de los procesos y PGT ajenas al manejo del CyPTA. En tal escenario, la inclusión de PGT asociadas a la protección de la propiedad intelectual debería llevar a los empresarios de mezcal artesanal no al silencio del conocimiento heredado sino hacia procesos de resignificación de éste (Sierra & Gravante, 2012), recodificación que catalogaría en el campo de la innovación en tanto se otorgarían nuevos usos y/o diferentes modalidades de manejo a las prácticas y conocimientos seculares.

Lo anterior se alinea con los resultados obtenidos en el análisis de la práctica de gestión tecnológica del proceso *proteger*, que presentan un elevado grado de incumplimiento de lo que Hidalgo, León & Pavón, (2002) denominan “funciones activas” en materia de evaluación de la competitividad y del potencial del patrimonio tecnológico propio, dado el bajo nivel de interés mostrado por su salvaguarda (Morin & Sumanth, 1987) y el hecho de que no parecen ni valorarlo ni conocerlo en profundidad (Medellín, 2013). En otro orden de ideas, en relación al método utilizado por las empresas mezcaleras para explotar comercialmente la propiedad intelectual del conocimiento y la tecnología ancestral que poseen, se percibe la necesidad de que dichas empresas formalicen sus estrategias de protección de la propiedad intelectual porque, tal y como señala la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2005, citado por García, 2010:65), “los conocimientos tradicionales no deben de ser utilizados por otros de forma indebida, sin consentimiento y sin acuerdos que permitan una participación equitativa en los beneficios”. Por otra parte, es preciso reiterar que las empresas mezcaleras están obligadas a cumplir con la norma de certificación de denominación de origen, por lo que han de registrar marcas, envases y etiquetas ante el IMPI, como parte de las prácticas tecnológicas requeridas para alcanzar un buen posicionamiento en el mercado. Sin embargo, los resultados obtenidos en

la encuesta permiten percibir que la mayor parte de los informantes no han asimilado no tienen interés en asimilar los conceptos de explotación comercial y patrimonio tecnológico.

En cuanto a los medios de protección, en términos generales, los informantes gestionan la propiedad intelectual en función de las características de cada caso particular, que en una tercera parte de estos responde a una no gestión, esto es, a una carencia total de estrategias de protección, lo que resulta congruente con el hecho de que el 55% de los informantes que sí la gestionan desconozca el porcentaje de ingresos que recibe por su explotación, o que el 20% afirme carecer de cualquier registro de propiedad intelectual. Dado que no se ha podido ubicar ningún estudio que trate tales cuestiones, los resultados obtenidos en este trabajo deben de considerarse de carácter exploratorio, interpretarse con prudencia y, de ser posible, contrastarse en trabajos futuros con otras empresas de giro similar —producción artesanal de tequila o bacanora, por ejemplo— o con mezcaleras ubicadas en otros estados del país.

Pese a lo expuesto, los resultados obtenidos en la ponderación con las otras funciones del modelo indican un muy incipiente interés de las empresas por formalizar las PGT de la función *proteger*, con un nivel de madurez mucho menor que el presentado por el resto de las funciones del modelo, hecho que puede deberse a lo reciente de su incursión en el ámbito de protección del CyPTA, a los problemas interculturales señalados por Noreña (2014) o a la dificultad de percibir a corto plazo beneficios tangibles derivados de la protección de la propiedad intelectual. Resultados, por otra parte, consistentes con lo que Bautista & Smith (2011) denominan *nivel tecnológico tradicional en proceso de transición* que, en términos de Palma, Pérez & Meza (2017), indica que las mezcaleras objeto de estudio atraviesan una etapa en la que ni las prácticas de gestión tecnológica ni la transferencia de tecnología se ajustan todavía a las necesidades del sistema productivo. Así mismo, muestran consistencia con lo expuesto por Bautista & Terán (2008), respecto a la consideración de las PGT como ajenas al entorno productivo de las empresas, lo que puede impactar en la toma de decisiones relativas al proceso productivo, entre las que se incluyen la adopción de prácticas sustentables. Finalmente, este incipiente nivel de madurez respecto a las PGT vinculadas a la función *proteger* puede entenderse, en la línea de lo expuesto por Villavicencio y Arvanitis (2007), como el deseo todavía no explícito de las mezcaleras por desarrollar capacidades de gestión tendentes a la formalización de la protección de su patrimonio tecnológico a través de la obtención de títulos de títulos de propiedad intelectual.

4. Conclusiones

Las empresas objeto de estudio no han alcanzado a comprender que requieren la protección del conocimiento y las prácticas ancestrales que poseen, por lo que es prioritario que se aboquen a la aplicación de prácticas de gestión tecnológica vinculadas a la protección de la propiedad intelectual, que deberá derivar en beneficios sustentables en los ámbitos de salvaguarda ambiental, inclusión social y derrama económica.

De lo expuesto han podido extraerse tres puntos que revelan la necesidad de profundizar en las temáticas analizadas:

1. A mayor frecuencia de aplicación de las PGT, mayor y mejor interés de las empresas en el desarrollo y resignificación del CyPTA y, por tanto, mayor posibilidad de implementar acciones sustentables.
2. A mayor conocimiento de las tendencias tecnológicas y del mercado, mayor rendimiento de producción, rentabilidad del producto y asociatividad a partir de alianzas estratégicas que, razonablemente, deberían de derivar en la implementación de acciones sustentables consideradas desde una perspectiva de movilización social.

3. A mayor grado de investigación sobre PGT que profundicen en el ámbito de aprendizaje tecnológico, el CyPTA, mayor previsión de tendencia en el ciclo tecnológico del producto y de la implementación de acciones sustentables.

En síntesis, a medida que las prácticas de gestión tecnológica vayan integrándose en las operaciones de las fábricas mezcaleras con la debida planeación, organización y desarrollo del CyPTA a través de PGT y la asimilación plena de la tecnología actual, las organizaciones serán capaces de acceder a su máximo potencial, con la optimización, adecuación y adaptación a las condiciones cambiantes del mercado donde operan.

Se recomienda a las empresas productoras de mezcal artesanal que continúen fomentando prácticas ancestrales de gestión de tecnología para proteger las prácticas de conocimiento tradicional, así mismo documenten todas aquellas referentes a las acciones de desarrollo sustentable como la preservación y cuidado de los suelos-siembra de agave, con el propósito de proteger el insumo para la producción del mezcal e incrementar acciones en contra del cambio climático.

4. Referencias

- Adams, W.M. (2006). El futuro de la sostenibilidad. Re-pensando el medio ambiente y el desarrollo en el siglo veintiuno. Reporte de la Reunión de Pensadores, Zúrich, 29-31/01/06. Recuperado de: https://www.oei.es/historico/.../iucn_future_of_sustainability_sp.pdf
- Alcázar (2012). Sistematización de saberes tradicionales, manejo y uso de recursos naturales enfocados al cuidado de la madre tierra. Tesis. Universidad Intercultural de Chiapas. México. Recuperado de: <http://www.cisc.org.mx/liderazgosjuveniles/documentos/TrabajosTerminalesUNICH/Tesis/tesis28.pdf>
- Ayala, S. & Castillo, V. (2013). Preservación y transferencia del conocimiento y en los talleres tradicionales. *Revista de Investigación Científica en Ciencias de la Administración*, 8 (12):297-312. Recuperado de: <http://inceptum.umich.mx/index.php/inceptum/article/view/309>
- Barajas, M.R. (2000). Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México. Proyecto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología núm. 35947-s. Colegio de la Frontera Norte, Recuperado de: <http://www.colef.mx/jorgecarrillo/wp-content/uploads/2012/04/PU218.pdf>.
- Bautista, J.A. & Smith, M.A. (2011). Sustentabilidad y agricultura en la 'region del mezcal' de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3 (1): 5:20. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000100001
- Bautista, J.A & Terán M. (2008, marzo-abril). "Estrategias de producción y mercadotecnia del mezcal en Oaxaca". *El Cotidiano* [en línea] 23 (148), pp. 113-122. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32514811> > ISSN 0186-1840
- Boege, E. (2009). El reto de la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas. En, Sarukhan, J. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. México, D.F.: Conabio. P 603-649. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/Cap-NatMex/Vol%20II/II15_El%20reto%20de%20la%20conservacion%20de%20la%20biodiversidad%20en%20los.pdf
- Cambiotec, A.C. (2016). Introducción al modelo de Gestión Tecnológica del Premio Nacional de Tecnología e Innovación. Recuperado de: <http://cambiotec.org.mx/manualdegestiontecnologica/#presentacion>
- Casas, R. (2006). Between traditions and modernity: Technological strategies at threetequila firms. *Technology in Society* 28:407:419. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X0600025X>

- Castillo, S. & Venegas, Y. (2016). Saberes ancestrales y prácticas productivas del pueblo Pumé como premisas de sustentabilidad agroecológica. *NOVUM SCIENTARUM*, (2):25-36. Recuperado de: <http://www.ecoambienteydesarrollo.org/revista/ojs/index.php/novum/article/download/57/pume1>
- Chávez, M.M. (2006). Distintas vías para abordar la sustentabilidad: Una exploración del camino seguido por el gobierno mexicano. *Argumentos*, 19(51):173-212. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018757952006000200007&lng=es&tlng=es.
- Cilia, G. (2016, septiembre 18). Mezcal: un programa de desarrollo viable en Puebla. *Impulso informativo.net*. [En línea]. Recuperado de: <http://impulsoinformativo.net/2016/09/18/mezcal-un-programa-de-desarrollo-viable-en-puebla/>
- CEMMEZ (2019a, marzo 19). CEMMEZ y el Pacto Mundial formarán marcas de mezcal sustentables. Centro de Estudios sobre el Maguey y el Mezcal. Recuperado de: <https://mezcologia.mx/ceemmez-y-el-pacto-mundial/>—(2019b, marzo 19). Diplomado en Producción y Comercialización Sustentable del mezcal. Centro de Estudios sobre el Maguey y el Mezcal. Recuperado de: <https://ceemmez.org.mx/diplomado-sustentable-del-mezcal/>
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la Organización de Naciones Unidas (1987). *Nuestro futuro común. (Informe Brundtland)*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/105305734/ONU-Informe-Brundtland-Ago-1987-Informe-de-la-Comision-Mundial-sobre-Medio-Ambiente-y-Desarrollo>
- Consejo Regulador del Mezcal (2017). Informe 2017. México: Consejo Regulador del Mezcal. Recuperado de: http://www.crm.org.mx/PDF/INF_ACTIVIDADES/INFORME2016.pdf
- Cruz, R. de la (2014). Conocimientos ancestrales y propiedad intelectual: Temas críticos en debate global. *América Latina en Movimiento*, (468-469):33-36. Recuperado de: <https://www.alainet.org/es/active/50094>
- Dini, M., Corona, J.M & Jaso, J. (2002). Adquisición de la tecnología, aprendizaje y ambiente institucional en las Pymes: El sector en las artes gráficas de México. Serie Desarrollo Productivo. No. 125. Santiago de Chile: CEPAL.
- Dourojeanni, A. (2000). Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5564/S0008667_es.pdf?sequence=1
- Espinosa, D.E., Rivera, G. & Maldonado, B.E. (2017). Caracterizando la producción y organización de los mezcaleros en Matatlán, México “Capital mundial del mezcal”. *Estudios sociales* 27(50):1-30. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S018845572017000200010&lng=es&nrm=iso
- FIDA (2016). El valor de los conocimientos tradicionales Los conocimientos de los pueblos indígenas en las estrategias de adaptación al cambio climático y la mitigación de este. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. Recuperado de: https://www.ifad.org/documents/38714170/40320989/traditional_knowledge_advantage_s.pdf/332a9e01-bf9b-4e3f-a312-0853a2e2ec9e
- Fundación Premio Nacional de Tecnología (2010). Modelo Nacional de Gestión de Tecnología. Recuperado de: <http://www.proempleopuebla.org.mx/modelo.pdf>. 33 p.
- García, M.A. (2007). Conocimiento Tradicional de los Pueblos Indígenas de México y Recursos Genéticos. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Recuperado de: http://www.cdi.gob.mx/dmdocuments/estudio_conocimiento_trad_de_pueblos_indigenas.pdf
- García, A. J. (2010). Geografía del mezcal. En *Artes de México* (98, Monográfico *Mezcal, Arte tradicional*):8- 15.
- González, S. (2018, julio 9). En 7 años, México triplicó exportación de mezcal. [En línea]. *La Jornada*. Economía. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/2018/07/09/en-7-anos-mexico-triplico-exportacion-de-mezcal-7129.html>
- Herrera, A. (2014). Seminario de Planeación e implementación de estrategias de innovación y cambio tecnológico. Notas de la asignatura de la Especialidad en Alta Dirección, Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.

- Hidalgo, A., León, G. & Pavón, J. (2002). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Madrid: Pirámide.
- Kerlinger, F. (1979). Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento. Ciudad de México: Editorial Latinoamericana.
- Lansberg, I. (1983). La empresa debe continuar. Un caso de transición en un consorcio familiar. Caracas: Em- presas Lansberg.
- Lee, C.A. (2012, diciembre). Familia, comunidad generadora de conocimientos en las empresas familiares. *Multiciencias* [En línea]. 12, número extraordinario:115-120. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/904/90431109018/>
- Loossens, R. (2009). *Innovación, empresarialidad y capital intelectual en las pequeñas y medianas empre- sas*. Madrid: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13605/innovacion-empresarialidad-y-capital-intelec- tual-en-pymes-de-alto-crecimiento>
- Loyola, J. (2016). Conocimientos y prácticas ancestrales y tradicionales que fortalecen la sustentabilidad de los sistemas hortícolas de la parroquia de San Joaquín. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2):29-42. Recuperado de: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/956>
- Lucio, C. (2015). Mezcales y diversidad biocultural en los alrededores del Volcán de Colima. El caso de los productores tradicionales de Zapotitlán de Vadillo. *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (5):13-43. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455947927002>
- Medellín, E. (2013). *Construir la innovación: Gestión de tecnología en la empresa*. Ciudad de México: Siglo XXI Editores.
- Mugabe, J. (1997). Intellectual Property Protection and Traditional Knowledge. An exploration in international policy discourse. Nairobi: African Center for Technology Studies. Recuperado de: http://www.wipo.int/edocs/mdocs/tk/en/wipo_unhchr_ip_pnl_98/wipo_unhchr_ip_pnl_98_4.pdf
- Noreña, M.I (2014). Comunicación ancestral y tecnicidades: apropiaciones y resistencias. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, (24). Recuperado de: <https://institucionales.us.es/ambitos/comuni- cacion-ancestral-y-tecnicidades-apropiaciones-y-resistencias/>
- Novelo, V. (2004). La fuerza artesanal en la industria mexicana, protagonista ¿permanente? de la historia. *Al- teridades*, 18(35):117-126. Recuperado el 13 de enero de 2017, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018870172008000100009&lng=e s&tlng=es.
- ONU. (2007). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf
- Palma, F., Pérez, P. & Meza, V. (2017, abril). Diagnóstico de la cadena de valor mezcal en las regiones de Oaxaca. México: COPLADE. Recuperado de: <http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/wp-con- tent/uploads/2017/04/Perfiles/AnexosPerfiles/6.%20CV%20MEZCAL.pdf>
- Ramales, M. & Barragán, M.L. (2002). La industria del mezcal y la economía oaxaqueña. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Recuperado de: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/>
- Robinson, D.F., Abdel-Latif, A. & Roffe, P. (Edit.) (2000). Protecting traditional knowledge. The Wipo Intergovernmental Committee on Intellectual Property and Genetic Resources, Traditional Knowledge and Folklore. London- New York: Routledge. Taylor & Francis Group- International Centre for Trade and Sustainable Development.
- Rosa, E. de la (2019, enero 1). Mezcal concluyó 2018 con alza de 25% en producción.[En línea]. *Milenio*. Opinión. Recuperado de: <https://www.milenio.com/negocios/mezcal-concluyo-2018-alza-25-pro- duccion>
- Sierra, F. & Gravante, T. (2012). Apropiación tecnológica y mediación. Líneas y fracturas para pensar otra comunicación posible. En: Encina *et al.* Comunicación y Autogestión, Sevilla: UNILCO. Recupe- rado de: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/25084>
- Toledo, V. (2006). El nuevo régimen internacional de derechos de propiedad intelectual y los derechos de los Pueblos Indígenas. Santiago de Chile: Centro de Políticas Públicas y Derechos Indígenas. Recupe- rado de: <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/2260.pdf>

- Toledo, V. & Barrera, N. (2008). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: Icaria. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/31865682_La_memoria_biocultural_la_importancia_ecologica_de_las_sabidurias_tradicionales_VM_Toledo_N_Barrera-Bassols
- UNESCO (2005). La discriminación y el pluralismo cultural en la Escuela. Casos de Brasil, Chile, Colombia, México y Perú. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe OREAL/UNESCO. Recuperado de: http://www.unesco.org/new/es/santiago/resources/singlepublication/news/discriminacion_y_pluralismo_cultural_en_la_escuela_casos_d/
- Vera-Cruz, A. (2003). Apertura económica, exportaciones y procesos de aprendizaje. El caso de cervecera Cuauhtémoc-Moctezuma. En Aboites, J. & Dutrénit, G. (coords). *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, México: Universidad Autónoma de Metropolitana. p. 269-309. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303508>
- Villavicencio, D. & Arvanitis, R. (1994). Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. *El Trimestre Económico*, 61 (2):257-279. Recuperado de: https://www.academia.edu/3206318/Transferencia_de_tecnolog%C3%ADa_y_aprendizaje_tecnol%C3%B3gico
- Vogel, J (2000.) El Cartel de la Biodiversidad. Transformación de los Conocimientos Tradicionales en Secretos Comerciales. Quito: SAN REM, ECOCIENCIA, USAID, CARE. Recuperado de: <http://www.el-carteldebiodiversidad.com>
- WIPO (s/f) Information Booklet on Intellectual Property and Traditional Knowledge. World Intellectual Property Organization. Booklet No 2. Publication No.920. Recuperado de: http://www.wipo.int/freepublications/en/tk/920/wipo_pub_920.pdf
- WIPO (2001). Intellectual Property Needs and Expectations of Traditional Knowledge Holders. World Intellectual Property Organization. (2001). Report on Fact Finding Mission on Intellectual Property and Traditional Knowledge (1998 – 1999). Geneva: WIPO. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=so-LIz5TSW8MC&pg=PA27&dq=Mugabe+and+intellectual+property+protection+and+traditional&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL4auGwZzYAhVP72MKHQ7YAp8Q6AEIMDAB#v=onepage&q=Mugabe%20&f=false>
- Zarco, F. & Bribiesca, G. (2015). Medición y control de las variables del proceso de producción de mezcal artesanal de un modelo de negocio con dispositivos móviles. Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. Recuperada de: <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xxi/docs/13.01.pdf>

Modelo de madurez del Computer Integrated Mining (CIMG) aplicado a la gran minería a tajo abierto del Perú: estudio de casos

Yannick Patrick Carrasco Merma
Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
yannick.carrasco@pucp.pe

Resumen

La visión estratégica del Perú de cara al Bicentenario, apunta hacia la consolidación de la actividad minera. Frente a este escenario de oportunidad para el país, conviene rescatar aún más el aporte de esta actividad económica para con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Si bien en los últimos años se ha entendido que los procesos de producción mineros dan como resultado *commodities*; hay una serie de fases en la operación minera donde se aplican diversos cambios, reducciones y transformaciones sobre la base de la tierra extraída; y que muchas veces no se toman en cuenta como un aspecto de valor agregado. En este sentido, un elemento idóneo para la comprensión de este sector, es el reconocimiento de su asimilación tecnológica, principalmente en el nivel madurez del concepto de *Computer Integrated Mining* (CIMG). Es así que el presente trabajo tiene por objetivo evaluar el nivel de madurez del *Computer Integrated Mining* (CIMG) en la minería de tajo abierto en el Perú. La metodología de la investigación tiene un carácter descriptivo y cualitativo, a partir de Estudio de Casos en cinco empresas del sector. La unidad de análisis del estudio es el modelo de madurez del *Computer Integrated Mining* (CIMG) en la gran minería a tajo abierto del Perú. Las principales preguntas de investigación son: ¿En qué nivel de madurez del uso del CIMG se encontrarían las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú? Como resultado, se tiene que la mayoría de empresas poseen diversos niveles de madurez de CIMG; no habiendo homogeneidad en el sector.

Palabras Clave

Modelo de Madurez, *Computer Integrated Mining*, CIMG, Innovación Operativa

1. Introducción

Frente a la expectativa del Bicentenario del Perú, una de las actividades que aún mantiene su foco de interés en materia de impulso y promoción económica, es la minería. Prueba de ello lo revelan una cartera de inversión de US\$ 59.1 mil millones, liderados por el cobre con un 71% de proyectos de inversión (MINEM, 2019) así como el reciente repunte en el ranking del *Fraser Institute* (Ismodes, 2019) ubicando al Perú dentro de los Top Ten de los países más atractivos de la inversión minera.

A pesar de percibirse un escenario positivo para los próximos años, el sector aún presenta una serie de desafíos industriales como son: el insuficiente abastecimiento eléctrico y de hidrocarburos, la falta de infraestructura vial y ferroviaria, la insuficiente oferta portuaria, las considerables restricciones ambientales impuestas a la refinación y la inexistente tecnología para llegar a los nuevos estándares de calidad ambientales exigidos (Álamo et. al, 2017; De la Flor, 2019). Frente a ello, surge el interés de conocer las nuevas propuestas tecnológicas de este sector en materia de innovación operativa, que pretendan mitigar el efecto anterior.

El presente trabajo propone una nueva visión respecto a la aplicación del *Computer Integrated Mining* (CIMG) en lo concerniente al marco estratégico y de mejora continua que requiere el sector minero; y por lo cual propone una actualización al trabajo de investigación desarrollado por Carrasco y González (2015) enfocado en el grado de aplicación de la gestión de la innovación tecnológica en función al uso de TICs y de su nivel de CIMG.

La primera parte de este trabajo presenta el marco teórico base actualizado, para el entendimiento del CIMG y los modelos de madurez. La segunda parte presenta los estudios de caso, iniciando con la metodología empleada y con la intervención de cinco empresas mineras involucradas nuevamente para la presente investigación. Finalmente, la tercera parte presenta el análisis de los resultados y las discusiones correspondientes al objeto de estudio.

Se espera que esta investigación despierte el interés por parte de la comunidad científica, empresarial y académica en ampliar los conocimientos de la aplicación del CIMG en la actividad minera subterránea, así como el explorar otros ámbitos ligados a la innovación operativa y la transformación digital; como son los casos de minería autónoma o minería inteligente (Konyukh, 2007; Hu y Gao, 2019).

2. Marco Teórico

2.1. *Computer Integrated Mining (CIMG)*

El concepto *Computer Integrated Mining* (CIMG) o Minería Integrada por Computadora, proviene de un área de conocimiento denominada *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) o Manufactura Integrada por Computadora. En relación con el concepto de CIM, este tuvo su primera mención u origen en los años setenta (Harrington, 1979). El CIM, visto como un enfoque, concepto o filosofía, propone la integración y automatización de un sistema productivo, empleando equipamientos, máquinas, hardware y software con la finalidad de desarrollar diversas funciones, tales como: diseño, administración de la ingeniería y administración de la producción; de manera conjunta con filosofías modernas de gestión (Collins; 1980; UNIDO; 1989; Bessant, 1991; Bessant, 1994; Salles Costa y Caulliroux, 1995; Alavudeen y Venkateshwaran, 2008; Carrasco y González, 2015). Técnicamente, el CIM se define como la integración del monitoreo y del control basados en computadora, de todos los aspectos del proceso de manufactura, los cuales que recaen sobre una base de datos en común y se comunican a través de redes de computadora (Bessant, 1991).

Cuando el CIM se aplica sobre los procesos mineros, surge la denominación del CIMG. Dessureault (2003) lo definió como un conjunto de sistemas interconectados que propician la integración de los procesos claves de la minería.

Con la inclusión de algunas mejoras y beneficios propios del CIMG, este concepto complementa al CIM con los siguientes agregados: La reducción de costos y retrasos propios del mantenimiento y el incremento de la seguridad (Dessureault (2003); Carrasco y González 2015). En el primer caso, gracias a las mejoras en la planificación y las comunicaciones; para el segundo, a través de la administración de un patrón de registros de acciones seguras y de desviaciones a los reglamentos de seguridad por parte de los empleados (Carrasco y González 2015). Por otro lado, los componentes tecnológicos principales a nivel de software que conforman el CIM, también son válidos para la minería bajo el concepto del CIMG y son:

- **Tecnologías de asistencia a la administración de la producción:** Estas tecnologías se encargan de gestionar y controlar el conjunto de procesos inherentes a la

producción y que requieren ser coordinados y comunicados a través del soporte tecnológico que puedan brindar. Entre las funciones que involucran estas tecnologías, se tiene: Compras de materiales y componentes, planeamiento de producción, documentación y certificación y la gestión del transporte. Por otro lado involucran los siguientes productos tecnológicos: *Computer-Aided Production Management (CAPM)*, *Material Requirements Planning (MRP)*, *Manufacturing Resource Planning (MRP II)* los cuales permiten la integración de diversos flujos de información provenientes de diversas áreas que procuren el abastecimiento necesario de materiales para su producción, así como la planificación de los recursos de equipos, máquinas y mano de obra; en lo referente al aspecto de diseño corresponden al muy difundido *Computer-Aided Design (CAD)*, el *Computer-Aided Design and Manufacturign (CAD/CAM)*, los cuales se concentran en el mapeo de las áreas de manufactura y sus respectivas fases del proceso de producción y el *Computer-Aided Engineering (CAE)* empleado para el análisis de la ingeniería (Bessant, 1991; Alavudeen y Venkateshwaran, 2008; Carrasco y González, 2015).

- **Sistemas Empresariales:** Conocidos también como sistemas integrales de gestión, refieren en particular a los software de gestión de negocios de los tipos *Enterprise Resource Planning (ERP)*, *Supply Chain Management (SCM)* que involucran los procesos de la cadena de abastecimiento en lo que respecta a materiales y equipamiento, *Customer Relationship Management (CRM)* que se concentran en los sistemas de fidelización con los clientes partiendo de las bases de datos y *E-Procurement* que refiere a un conjunto de sistemas de aprovisionamiento electrónico directo y en tiempo real entre compradores y proveedores del sector minero (Koen y Townsend, 2004; Tardelli, 2004; Yang *et al.*, 2007; Vazifeh y Rahimini, 2011; Carrasco y González, 2015).

Actualmente, el concepto de CIMG viene siendo materia de investigación en China, Estados sistemas empresariales tipo ERPs (Xu *et al.*, 2010; Carrasco y González, 2015).

2.2. Modelos de Madurez

La introducción del término Modelos de Madurez, surgió en el ámbito de las Tecnologías de Información (Wendler, 2012; Loján *et al.*, 2017) específicamente en el campo de la Ingeniería de Software. Con el desarrollo de los negocios, la dependencia tecnológica y el auge de la mejora continua, estos modelos de madurez comienzan a relacionarse con la gestión de la calidad.

Conforme los negocios se desarrollan y evolucionan, estos involucran un proceso de madurez orientado a la consecución de determinados objetivos; tal como se refirió anteriormente: el de la calidad o bien la gestión del conocimiento, la gestión del desarrollo de productos, etc. (Jugend *et al.*, 2012) u otras especializaciones.

Uno de los modelos más difundidos para el establecimiento de pautas para la mejora de los procesos en una organización es el *Capability Maturity Model Integration (CMMI)* o Integración del Modelo de Madurez de Capacidades (Paulk *et al.*, 1993; Jugend *et al.*, 2012; Rossetti y Arcusin, 2013).

Sobre las prácticas de establecer Modelos de Madurez (considerado un aspecto muy arraigado en la literatura desde comienzos del siglo XXI); Rozenfeld *et al.* (2006) se enfoca en establecer áreas de conocimiento y el grado de contribución de cada una de ellas al proceso de desarrollo de productos (Rossetti y Arcusin, 2013).

Otras prácticas recaen en la definición de *Key Process Areas (KPA)* o Áreas de Proceso

Clave. Algunos autores las identifican o relacionan con personas, procesos y tecnología (Durango *et al.*, 2013). Por su parte, Wendler (2012), alude que un modelo de madurez está formado por niveles jerárquicos y tiene como propósito el brindar un marco de referencia de tipo cualitativo respecto a: estado, importancia, potencialidades, requerimientos, y complejidad del objeto analizado.

Investigaciones más recientes construyen los modelos de madurez, a partir de marcos conceptuales como Sector y Capacidad, como por ejemplo el caso de la *Manufactura + Inteligencia* (Hu y Gao, 2019).

No obstante, el fuerte arraigo hacia los aspectos de mejora, buenas prácticas y consolidación de objetivos estratégicos, en donde subyace la mayoría de propuestas de modelos de madurez; existe también un criterio basado en el carácter de gobernanza y de seguimiento normativo que también propone Durango *et al.* (2013) en el que las prácticas principales caracterizan a los tipos ideales de ambientes que deberían esperarse en las organizaciones.

Los criterios de especialidad pueden llegar a ser muy difundidos y aceptados por la comunidad profesional. Por citar un ejemplo, las organizaciones al implementar el *Knowledge Management* (KM) o Gestión del Conocimiento, complementan las descripciones de atributos esenciales que puedan caracterizarlas a un nivel particular (Durango *et al.*, 2013). Durango *et al.* (2013), en su evaluación de la madurez de la gestión del conocimiento; tomó la base de un modelo establecido denominado *General Knowledge Management Maturity Model* (GKMM) propuesto por Pee *et al.* (2006).

Como se logra percibir, la teoría correspondiente a los modelos de madurez viene enfocándose en aspectos de gestión estratégica y proyectos; no obstante, en el ámbito de la ingeniería se tiene también importantes marcos de referencia como son: *Manufacturing Maturity Model* (ISA 95), *Smart Grid Capability Maturity Model*, *Industry 4.0 Readiness* y *Roland Berger Model* (Hu y Gao, 2019).

Habiendo identificado los modelos de madurez, conviene citar los niveles que se definen a partir de ellos, bajo los ámbitos de especialidad y capacidad referidos anteriormente:

- Según especialidad: Pee *et al.* (2006) para la construcción de su modelo de madurez de gestión del conocimiento definió cinco niveles (1-Inicial, 2-Conciencia, 3-Definido, 4- Gestionado y 5-Optimizado) con respecto a los KPAs de: Personas-Organización, Procesos y Tecnología.
- Según capacidad: Hu y Gao (2019) para la construcción de su modelo de madurez de Manufactura Inteligente, definió cinco niveles (1-Nivel de Planificación, 2-Nivel de Especificación, 3-Nivel de Integración, 4-Nivel de Optimización y 5- Nivel Destacado) con respecto a las Capacidades de: Servicio, Diseño, Producción, Logística y Ventas.

Finalmente una aproximación en cuanto modelo de madurez, más acorde a nuestros casos, y que enlaza a la mayoría de ámbitos mencionados anteriormente, corresponde al definido por el Estándar ISA-95 cuya referencia en *Manufacturing Maturity Model*, permite una distinción entre agentes de operaciones mineras y proveedores, ilustra el ciclo de vida del uso eficiente de las aplicaciones tecnológicas, aporta simplicidad y confiabilidad al proceso de reducción de costos, aporta una visión integrada de las soluciones tecnológicas y porque finalmente aporta a la reducción de costos en cada fase de operación basados en buenas prácticas y la mejora continua (Guifford, 2007; Carrasco y González, 2015).

No obstante, y debido a las inexistentes referencias sobre implementaciones de modelos especializados en el CIMG, se desarrollará una versión orientada a niveles de madurez según capacidades y que tienen su origen en el *Capability Maturity Model* (CMM) o Modelo de

Madurez de Capacidades.

3. Metodología

3.1. Enfoque Aplicado

La metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo corresponde a un estudio de casos múltiple con una única unidad de análisis (Yin, 2009). Por otro lado, el presente trabajo corresponde a una investigación descriptiva de enfoque cualitativo (Hernández *et al.*, 2010) y está centrada en la definición de un modelo de madurez de CIMG en el sector de la gran minería a tajo abierto en el Perú. En este sentido, la investigación comprende el estudio de casos actualizados de las siguientes empresas: Compañía Minera Antamina, Sociedad Minera Cerro Verde, Southern Perú Copper Corporation, Volcán Compañía Minera y Compañía Minera Buenaventura (Carrasco y González, 2015).

Con respecto al diseño de investigación, la realización de un estudio de casos múltiple considera los componentes propuestos por Yin (2009). En primer lugar, la pregunta de estudio que orienta la investigación es la siguiente:

- ¿En qué nivel de madurez del uso de *Computer Integrated Mining* (CIMG) se encuentran las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú?

De acuerdo con esta pregunta de estudio, la proposición de la investigación corresponde a las siguientes:

- El nivel de madurez en cuanto al uso de *Computer Integrated Mining* (CIMG) es heterogéneo, en las grandes unidades mineras de tajo abierto.

La unidad de análisis de la investigación es el modelo de madurez del *Computer Integrated Mining* (CIMG) aplicado en la gran minería a tajo abierto del Perú.

El presente estudio se ha realizado empleando tres estrategias analíticas basadas en: proposiciones teóricas, descripción de casos y uso de información cualitativa; incluidos anteriormente en el estudio de Carrasco y González (2015). La descripción de los casos utilizando información cualitativa permitió la aproximación a la pregunta de investigación y a la proposición. De manera específica, la técnica analítica que se empleó fue también la síntesis cruzada de casos.

Con respecto a la información cualitativa, ésta se obtuvo de Memorias Anuales institucionales, Resúmenes de Sostenibilidad; todas ellas provenientes de agentes bursátiles y publicaciones digitales actualizadas. Por otro lado, se realizaron cortas entrevistas a profesionales provenientes de las siguientes gerencias: Excelencia Operacional, Tecnologías de Información y Comunicación y Operaciones.

3.2. Niveles de Madurez

Luego de la revisión de la literatura, se tomará como criterio para la definición de niveles de madurez, el referido por Hu y Gao (2019) debido a su arraigo técnico, estratégico y operacional; apropiada para el CIMG.

Los niveles de madurez en CIMG, corresponden a:

- Nivel 1 – Planificado
- Nivel 2 – Especificado
- Nivel 3 – Integrado

- *Nivel 4 – Optimizado*
- Nivel 5 – Destacado

4. Desarrollo del Estudio de Casos

El estudio involucró a cinco empresas mineras, las cuales fueron seleccionadas dada su representatividad en el Perú, bajo la modalidad de operación a tajo abierto. A continuación, se realiza una descripción de cada una de estas empresas y el nivel de madurez de CIMG identificado.

4.1. *Compañía Minera Antamina (Antamina)*

Ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari en la Región Ancash; a 4300 msnm. Esta mina produce principalmente concentrados de cobre, zinc, bismuto y molibdeno; de manera secundaria: plata y plomo. Esta empresa inicia operaciones en el país en el año 2001. Su accionariado lo componen empresas mineras transnacionales como BHP Biliton y Glencore Xtrata, de Australia y Suiza respectivamente (ANTAMINA, 2017).

Respecto al resultado de las entrevistas, en lo referente al Nivel de Madurez en CIMG, la empresa reveló que ha implementado Centros de Control en sus plantas. Usan software minero de monitoreo en tiempo real y sistemas de tipo ERP, para el control integrado de sus procesos, así como *drones* para operaciones de mapeo geológico en zonas inaccesibles.

4.2. *Sociedad Minera Cerro Verde (Cerro Verde)*

Se encuentra ubicada en el distrito de Uchumayo, provincia de Arequipa en la Región Arequipa; a 2700 msnm. La mina produce concentrados de cobre y molibdeno, operados por una concentradora de sulfuros primarios. Esta empresa inicia operaciones en el año 1993 y ha ampliado su producción gracias a una nueva planta concentradora (BVL, 2018 a).

Respecto al resultado de las entrevistas, en lo referente al Nivel de Madurez en CIMG, la empresa reveló que cuenta con muchos procesos automatizados, se monitorean los equipos en cuanto estado de operación (vida útil) y productividad. Por otro lado, disponen de repositorios de información en nube y cuentan con un sistema integrado de control de las operaciones.

4.3. *Southern Perú Copper Corporation (Southern Perú)*

Southern Perú Cooper, está conformada por dos operaciones mineras Cuajone (ubicada en el departamento de Moquegua) y Toquepala (ubicado en Tacna), planta de fundición y refinería (ubicado en Ilo, departamento de Moquegua). Es principal productora y refinadora de metales como: cobre, molibdeno, zinc y plata; e inició operaciones en el año 1954. Es subsidiaria del Southern Cooper Corporation, del Grupo México (SOUTHERN PERU, 2017).

Respecto al resultado de las entrevistas, en lo referente al Nivel de Madurez en CIMG, la empresa utiliza el sistema *Ventyx Ellipse™*, que permite el control a distancia de las palas, camiones, así como la gestión del mantenimiento para asegurar la máxima disponibilidad de los equipos; dicha información está integrada y cuantificada dentro de los paquetes de software en tiempo real y con el manejo de una base de datos centralizada.

4.4. *Volcan Compañía Minera (Volcan)*

Ubicada en la ciudad de Ticlio; poseedora de seis plantas concentradoras, en Cerro de Pasco, Yauli y Chungar. Produce concentrados de los siguientes minerales: Zinc, Plata y Plomo. Inició operaciones en el año 1943. La naturaleza accionarial de Minera Volcan es diversificada; integrada por muchas empresas con acciones del tipo A (con derecho a voto) como B (derecho a distribución preferencial) (Volcan, 2018).

Respecto al resultado de las entrevistas, en lo referente al Nivel de Madurez en CIMG, la empresa continúa trabajando en la integración total de sus operaciones, tienen centros de control y monitoreo; dotados de software especializado para medición y el análisis de datos.

4.5. *Compañía Minera Buenaventura (Buenaventura)*

Empresa minera que viene operando en distintas regiones del país; ya sea en exploración, explotación y tratamiento de los minerales referidos. La compañía es productora de concentrados de oro, plata y zinc; e inició operaciones en el año 1953. La estructura de acciones de Buenaventura, involucra tanto a los agentes comunes como de inversión (BVL, 2018 b).

Respecto al resultado de las entrevistas, en lo referente al Nivel de Madurez en CIMG, la empresa reveló que cuenta con tecnología necesaria para el control de los procesos mineros, asimismo, maneja información en tiempo real referente a procesos productivos y de transporte de concentrados. Vienen incursionando en proyectos de análisis de información usando productos de inteligencia de negocios como *QlikSense*TM.

5. Resultados y Discusión

Respecto al Nivel de Madurez de CIMG, se reafirma que existe un desarrollo heterogéneo en las compañías mineras, involucrando a procesos de monitoreo, control, la obtención de datos y análisis de la información. Empresas como Southern Perú y Antamina, han incorporado software de control integral de la producción, que le ha permitido alcanzar un importante nivel de madurez de CIMG.

Tabla 1. Nivel de Madurez en CIMG

Empresa	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
	Planificado	Especificado	Integrado	Optimizado	Destacado
Antamina					X
Cerro Verde				X	
Southern Perú					X
Volcan			X		
Buenaventura				X	

Fuente: Elaboración propia.

Como revela la *Tabla 1*, respecto al nivel de madurez de CIMG, se viene apuntando a consolidar una integración y automatización de los procesos, no obstante, el hecho de que una empresa (en Nivel 3) se encuentre implementando dicho proyecto a razón de los nuevos requerimientos del sector. Por otro lado, son dos empresas las que en el Nivel 4, vienen trabajando en asegurar el flujo de trabajo y el control de la producción, a través de herramientas de software de control de procesos de producción. Finalmente, son dos empresas las que consolidan un Nivel 5, dado que cuentan con procesos de producción debidamente planificados y controlados en todos los niveles, desde insumo hasta el producto final.

La *Tabla 2*, resume el arreglo institucional, los instrumentos metodológicos y las líneas de acción propuestas como parte de las preguntas de estudio.

Tabla 2. Cuadro Resumen en Referencia Cruzada

Empresa	Nivel de Madurez CIMG	Descripción
Antamina	Nivel 5 - Destacado	Procesos planificados y controlados en todos los niveles. Administración integral de la producción a través de ERP.
Cerro Verde	Nivel 4 - Optimizado	Aseguramiento y control de la producción a través de monitoreo de producción y centros de control a distancia.
Southern Perú	Nivel 5 - Destacado	Procesos planificados y controlados en todos los niveles. Administración integral de la producción a través de ERP.
Volcan	Nivel 3 -Integrado	Desarrollo de requerimientos de automatización y mejora incremental de los sistemas de control.
Buenaventura	Nivel 4 - Optimizado	Aseguramiento y control de la producción a través de monitoreo de producción y centros de control a distancia.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede afirmar que respecto al nivel de madurez en cuanto al uso de *Computer Integrated Mining* (CIMG) es heterogéneo en las grandes unidades mineras de tajo abierto, Antamina posee un Nivel 5 de madurez dado el involucramiento de todos los procesos productivos. En Buenaventura con su Nivel 4 de madurez, refleja involucramiento de tecnologías para medición y control de la producción. Cerro Verde, evidencia un Nivel 4 de madurez por cuanto desarrolla rutinas de seguimiento de la producción en diversas áreas. En

Southern Perú, se evidencia un Nivel 5 de madurez, en donde destaca el control, planificación e integración de los procesos productivos en sus distintas fases. Finalmente, en Volcan, con su Nivel 3 de madurez, evidencia el camino hacia la plena automatización y planificación de sus labores.

Es evidente que la proposición de la investigación se cumple, demostrándose la heterogeneidad de los niveles de madurez de CIMG. Esto toma un fuerte respaldo por la tendencia hacia la consolidación de sistemas de gestión integrada de procesos, y que se dan en el marco de las implementaciones tecnológicas y las expansiones industriales de la mayoría de las empresas del caso.

6. Conclusiones

El presente estudio ha permitido orientar las implementaciones y mejoras tecnológicas del sector minero de tajo abierto, en un referencial de Modelo de Madurez, cuyos antecedentes refieren un diseño original y muy difundido basado en Capacidades; que fue idóneo para integrar el presente estudio.

Por referir un aspecto tecnológico, llama fuertemente la atención el arraigo de los sistemas de ERP, usados para integrar y administrar las funciones de negocios al interior de una organización, incluyendo la planificación y control de las operaciones, el mantenimiento, la gestión comercial, financiera y contable, entre otras. Estos sistemas son los más empleados por las grandes unidades mineras, con prestancia corporativa. Cabe resaltar que, gracias a la tecnología de software incorporado por las multinacionales, como el caso del *Ventyx Ellipse*; es que los procesos de control de producción y los procesos de control de negocio han sido centralizados bajo una misma plataforma.

Por el lado del CIMG, este involucra a un conjunto de desarrollos tecnológicos dentro del contexto de la producción minera; con miras a: llevar un control de los procesos, planificar las tareas, asignar recursos e integrar a otras áreas complementarias; asegurando los objetivos primordiales de la organización.

El nivel de madurez en cuanto CIMG, si bien es heterogéneo en el sector, es claramente mayor en las empresas pertenecientes a grandes corporaciones multinacionales; no siendo el mismo resultado para las empresas mineras nacionales, que están en su mayoría terminando de automatizar sus instalaciones y formulando proyectos para consolidar la integración de sus procesos; razón por la que vienen destinando buenas partes de sus inversiones en dichas tareas.

7. Referencias

- Álamo, A., Gardinalli, A., Machado, I., Castro, M. y Cárdenas, I. (2017). *Planeamiento Estratégico de la Industrialización del Concentrado de Cobre*. (Tesis de Maestría) Pontificia Universidad Católica del Perú – CENTRUM, Lima, Perú.
- Alavudeen, A. y Venkateshwaran, N. (2008). *Computer Integrated Manufacturing*. Prentice Hall, Englewood Cliffs ANTAMINA (2017). *Informe de Sostenibilidad*. Compañía Minera Antamina S.A. Recuperado de: <http://www.antamina.com/wp-content/uploads/2018/10/reporte-de-sostenibilidad-2017.pdf>
- Bessant, J. (1991). *Managing Advanced Manufacturing Technology: The Challenge of the Fifth Wave*. Oxford: NCC Blackwell.
- Bessant, J. (1994). Towards Total Integrated Manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 34. University of Brighton: Centre for Business Research
- Bueno, E. y Morcillo, P. (1997). *Dirección Estratégica de la Tecnología e Innovación. Un enfoque de competencias*. Madrid: Editorial Civitas.

- BVL a. (2018). *Información Corporativa. Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.* Bolsa de Valores de Lima. Disponible en: <https://www.bvl.com.pe/hhii/CM0006/20190225225401/MEMORIA32ANUAL322018.PDF>
- BVL b. (2018). *Información Corporativa. Compañía de Minas Buenaventura.* Bolsa de Valores de Lima. Recuperado de: <https://www.bvl.com.pe/eeff/B20003/20190325172803/MEB200032018AIA01.PDF>
- Cabero, J. (1998). *Impacto de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en las organizaciones educativas.* Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Carrasco, Y. y González, D. (2015). *Gestión de la Innovación y el Desarrollo Tecnológico en la Gran Minería a Tajo Abierto del Perú: Estudio de Casos.* Ponencia presentada en el XVI Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC). Porto Alegre, Brasil.
- CMC (2014). *CMC Limited.* Integrated Mining Command & Control Centre. Recuperado de: <http://www.cmcltd.com/solutions/mining/integrated-mining-command-control-centre>
- Collins, J. (1980). *Integrated Manufacturing, the state of the art.* BOC Ltd. Industrial Engineering Department.UK.
- De la Flor, P. (2019). *Perspectivas y Desafíos de la Minería en el Perú.* Seminario Minería y Energía. COMEX- PERÚ. Febrero 2019.
- Dessureault, S. (2003). *Justification techniques for computer integrated mining.* South Africa: Institute of Mining and Metallurgy
- Durango, C., Quintero, M. y Ruiz, C. (2013). Metodología para evaluar la madurez de la gestión del conocimiento en algunas grandes empresas colombianas. *Tecnura.* Vol. 19. No 43. Pp 20-36.
- Estrada, S. y Sabando, D. (2001). *Gestión de recursos tecnológicos.* Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica.
- Guifford, C. (2007). *The Hitchhiker's Guide to Operations Management: ISA-95 Best Practices.* Book 1.0 ISA. USA: Instrumentation, Systems and Automation Society.
- Harrington, J. (1979). *Computer Integrated Manufacturing.* USA: Industrial Press
- Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación.* Quinta Edición. McGraw- Hill.
- Hu, J. y Gao, S. (2019). *Research and Application of Capability Maturity Model for Chinese Intelligent Manufacturing.* 11th CIRP Conference on Industrial Product-Services Systems. CIRP 83 (2019) 794-799.
- smodes, F. (2019). *Minería del Perú.* Conferencia llevada a cabo en el Prospectors & Developers Association of Canada. PDCA. Toronto, Canadá.
- Jugend, D., Da Silva, S., Toledo, J. y Onoyama, M. (2010). Evaluation of maturity levels in the management of product development: case studies in the capital goods industry. *Product: Management & Development,* 8 (2), 183- 192.
- Koen, H. y Townsend, A. (2004). *Quadrem: E- Procurement for the Mining Industry.* Wits Business School: London: University of the Witwatersrand
- Konyukh, W. (2009). *Strategy of automation for underground mining.* Ponencia presentada en: International Forum on Strategic Technology. IEEE Xplore. 2009. Ho Chi Minh, Vietnam.
- Lojan, E.; Navarro, J. y Cagua, C. (2017). *Assessment model business continuity management based on ISO 22301: 2012.* Revista Espacios. Vol. 38. N° 54.
- MINEM (2019). *Perspectivas del Sector Minero Energético.* Seminario Minería y Energía – COMEX PERÚ. Lima. Presentación recuperada de: https://www.comexperu.org.pe/upload/seminars/foro/seminario_21022019/Presentaci%C3%B3n%20del%20Sr.%20Francisco%20%C3%8Dsmodes.pdf
- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). *The Capability Maturity Model for Software, Version 1.1* (No. CMU/SEI-93-TR-24): Software Engineering Institute.
- Pee, L., Teah, H. y Kankanhalli, A. (2006). *Development of a General Knowledge Management Maturity Model.* Ponencia presentada en *Korean Knowledge Management Society Conference* (pp. 17-18), Seúl, Corea del Sur.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F., Amaral, D., Toledo, J., Da Silva, S. y Alliprandini, D. (2006). *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referencia para a Melhoria do Processo,* Editora Saraiva, San Pablo, Brasil.
- Rosseti, G. y Arcusin, L. (2013). *Diagnóstico del Nivel de Madurez de la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos en Empresas Fabricantes de Fármacos.* Universidad Nacional del Litoral Santiago del

- Estero, Departamento de Ingeniería Industrial, Santa Fe - Argentina
- Salles Costa, L.S. y Caulliriaux, H.M. (1995). *Manufatura Integrada por Computador*. Rio de Janeiro: Campus.
- Scheer, A. (1993). *CIM: Evolviendo para a fábrica do futuro*. Rio de Janeiro: Qualitymark. Recife.
- SOUTHERN PERÚ (2017). *Crecimiento Informe Anual. Southern Cooper Corporation*. Recuperado de: <http://www.southernperu.com/esp/reinv/2017/AnnualReport/m2017esp.pdf>
- Tardelli, A. (2004). *ERP Systems in Mining Industry: Studying the Software Functionality and the Value Chain*. México: World Conference
- Tidd, J. y Bessant, J. (2009). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Cuarta Edición. Willey
- UNIDO (1989). *Computer Integrated Manufacturing: Perspectives for International Economic Development and Competitiveness*. Vienna: UNIDO.
- Vazifeh, Q. y Ramini, G. (2011). Design a conceptual ERP Model for Small and Medium Enterprises of Iran. *IJCRB* N°5 Irán. Recuperado de: <http://journal-archievs8.webs.com/850-860.pdf>
- VOLCAN (2018). *Memoria Anual 2017 Volcan Compañía Minera S.A.A* Recuperado de: <https://www.volcan.com.pe/wp-content/uploads/2018/08/Memoria-Anual-Volcan-2017-1.pdf?x58639>
- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology ELSEVIER*, 1317–1339.
- Xu, Y., Chen, W. y Jin, B. (2007). Research on Web and Pro/E-based Part Design Reuse System. *Computer Integrated Manufacturing System*. N°13. China
- Yang, S., Han, J. y Liu, R. (2007). Enterprise Resource Planning. *The International Journal of Management Science* N° 32
- Yin, R. (2009). *Case Study Research*. Fourth Edition. SAGE.

Las ciudades como líderes de los procesos de transición hacia una movilidad de bajo carbono: el caso de los buses de baja emisión en São Paulo, Brasil

Tatiana Bermúdez Rodríguez Ph.D.

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Política Científica y Tecnológica, Brasil
tatyber79@gmail.com

Flávia L. Consoni Ph.D.

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Política Científica y Tecnológica, Brasil
flavia@ige.unicamp.br

Resumen

El crecimiento acelerado de las ciudades tiene consecuencias positivas asociadas al desarrollo económico y al acceso al mercado de trabajo, pero si se hace de manera desordenada también genera problemas medio-ambientales, de movilidad urbana y de exclusión social. La importancia de las ciudades fue manifestada en los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), específicamente en el Objetivo 11: “*Hacer que las ciudades y los asentamientos urbanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*”. Para alcanzar este objetivo, es necesario realizar modificaciones en los sistemas dominantes del transporte terrestre, los cuales tienen un gran impacto en las emisiones de gases contaminantes, y promover una “transición hacia una movilidad de bajo carbono”. Dentro del conjunto de alternativas que pueden contribuir con esta transición, este artículo tiene como objetivo principal: “*Analizar el papel de las ciudades para estimular la inserción del Nicho de los Buses de Baja Emisión y su contribución para una transición hacia una movilidad de bajo carbono en Brasil*”. Se utilizó como marco analítico-conceptual las Transiciones hacia la Sustentabilidad y la Perspectiva Multi-Nivel, cuyos niveles de análisis se caracterizaron para el caso Brasileño. Se identificó que las ciudades son fundamentales para direccionar estos procesos de transición, debido a que tienen la autonomía para establecer políticas medio ambientales y mecanismos para gestionar y organizar la movilidad urbana y el transporte público. Para el caso brasileño, el proceso de Licitación del Sistema de Transporte Público de São Paulo, se constituye como una “ventana de oportunidad” para incorporar buses de baja emisión en gran escala, debido al establecimiento de metas rigurosas de reducción de emisiones y de contaminantes locales. Así, las ciudades se constituyen en agentes activos que lideran intencionalmente procesos de transición hacia una movilidad de bajo carbono a escala local y que incluso pueden impulsar transiciones a escala nacional o internacional.

Palabras clave

Transiciones hacia la Sustentabilidad; Perspectiva Multi-Nivel; Movilidad de Bajo-Carbono; Buses de Baja-Emisión; Licitación de Sistemas de Transporte Público Colectivo.

1. Introducción

Las ciudades son importantes por ser lugares de intensa actividad económica y porque la mayoría de la población mundial habita en ellas, lo que tiene un impacto negativo en el consumo

de energía, calidad del aire, salud pública, movilidad y en el aumento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En el año 2018, el 55% de las personas en el mundo vivía en las ciudades y se espera que para el año 2050, este porcentaje aumente para el 68% (UN DESA, 2018).

Esta situación tiene como consecuencia que “las ciudades sean responsables del 70% de las emisiones globales de CO₂” (UN-Habitat, 2016).

La importancia de las ciudades y su potencial para enfrentar el cambio climático y para transformar los sistemas locales de energía, transporte y movilidad, ha sido contemplada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en el “Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (ONU, 2018). Para este objetivo fueron establecidas metas específicas¹ para el año 2030, que contemplan la priorización del transporte público y la necesidad de reducir los problemas asociados a la calidad del aire.

Uno de los factores que más impacto tiene sobre la calidad del aire y en el aumento de las emisiones de GEI son los vehículos con Motor a Combustión Interna (MCI), que usan intensivamente combustibles de origen fósil. De acuerdo con la IEA (2017), “el transporte es responsable por aproximadamente un cuarto (24%) de las emisiones globales de CO₂ provenientes de la quema de combustibles”. En Latinoamérica, “el transporte es responsable de un 19% de las emisiones de CO₂” (WRI *World Resources Institute*, 2016).

En este contexto, es necesario realizar modificaciones importantes en los sistemas dominantes del transporte terrestre y de movilidad urbana, y promover una “transición hacia una movilidad de bajo carbono”. Dentro del conjunto de alternativas que pueden contribuir con esta transición, este artículo tiene como objetivo principal: “Analizar el papel de las ciudades para estimular la inserción del nicho de los buses de baja-emisión y su contribución para una transición hacia una movilidad de bajo carbono en Brasil”.

Para cumplir este objetivo, es necesario un “enfoque multidisciplinar que permita entender la complejidad de la movilidad moderna” (Geels, 2012). Así, este artículo utilizó como marco analítico-conceptual las Transiciones hacia la Sustentabilidad (*Sustainability Transitions*) específicamente el enfoque de la Perspectiva Multi-Nivel (*Multi-Level Perspective MLP*), cuyas características se presentan en la Sección 2.

La Sección 3 describe las herramientas metodológicas, las cuales combinan la revisión exhaustiva en fuentes secundarias, la realización de entrevistas con los principales *stakeholders* del transporte público y de la movilidad en Brasil y la participación en trabajos de campo para conocer los proyectos de demostración relacionados con los buses de baja-emisión.

La Sección 4 expone los diferentes niveles de análisis de la Perspectiva Multi-Nivel para el caso de los buses de baja emisión en Brasil y en la Sección 5 se detalla el caso de estudio de la Licitación del Sistema de Transporte Público de São Paulo, como una “ventana de oportunidad” para la implementación de buses de baja emisión a gran escala en Brasil. Finalmente, en la Sección 6 se discuten los principales resultados y el papel que cumplen las ciudades en los procesos de transición hacia sistemas de movilidad de bajo carbono.

¹ La Meta 11.2 establece la importancia de “proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público [...]” y la Meta

11.6 plantea la necesidad de “reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”(ONU, 2018).

2. Marco analítico-conceptual de las Transiciones hacia la Sustentabilidad (*Sustainability Transitions*) y la Perspectiva Multi-Nivel (*Multi-Level Perspective MLP*)

Las Transiciones hacia la Sustentabilidad pueden ser entendidas como procesos de transformación a largo plazo, multidimensionales y fundamentales a través de los cuales los sistemas socio- técnicos establecidos cambian a modos más sostenibles de producción y consumo (Markard, Raven, & Truffer, 2012). Las Transiciones hacia la Sustentabilidad necesariamente implican transformaciones en los actuales sistemas de transporte, movilidad, agricultura, energía, entre otros, donde la participación de actores de diferentes sectores, es clave para que se genere este tipo de transformación.

Uno de los enfoques de las Transiciones hacia la Sustentabilidad es la Perspectiva Multi-Nivel (MLP), la cual surge como un marco analítico-conceptual de carácter multidisciplinar que integra diferentes teorías y literaturas, particularmente de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCT) y de las Teorías Económicas de la Innovación y el Cambio Técnico.

La MLP argumenta que las Transiciones ocurren a través de interacciones en tres niveles de análisis: a) Nivel Macro: Panorama Socio-Técnico (*Socio-Technical Landscape*); b) Nivel Meso: Régimen Socio-Técnico (*Socio-Technical Regime*); y c) Nivel Micro: Innovaciones de nicho (*Niche Innovation*) (Geels, 2002, 2004; Schot, Hoogma, & Elzen, 1994).

El Panorama Socio-Técnico² es el contexto exógeno que abarca un conjunto de tendencias estructurales profundas, las cuales ejercen presión sobre los regímenes socio-técnicos y las innovaciones de nicho. En el Panorama Socio-Técnico se encuentran factores heterogéneos de carácter político, regulatorio, ambiental, tecnológico, social y cultural.

Driel; Schot (2005) identificaron tres tipos de dinámicas asociadas con el Panorama Socio-Técnico: i) Choques externos rápidos, que no son previsible con facilidad, como una guerra; ii) Factores que no cambian o que cambian lentamente, como las características climáticas; iii) Cambios a largo plazo, como cambios demográficos. Estos factores, si son lo suficientemente fuertes, pueden desestabilizar el Régimen Socio-Técnico dominante y abrir ventanas de oportunidad para estimular Innovaciones de Nicho de carácter radical. Los factores del Panorama Socio-Técnico pueden ser tanto los motores de transformación, como los frenos del sistema.

El Régimen Socio-Técnico³ corresponde a forma dominante y establecida en que se cumplen las funciones sociales o funciones básicas para la sociedad (*societal functions*). El Régimen Socio-Técnico es responsable de la estabilidad de las configuraciones socio-técnicas, la cual es de carácter dinámico, lo que significa que las innovaciones que se producen son de carácter incremental (Geels, 2002).

Los Regímenes Socio-Técnicos definen la estabilidad del sistema actual o “tradicional” y determinan cómo deben ser solucionados los problemas, lo que genera un *lock-in*, el cual es reforzado por los intereses particulares de actores heterogéneos y por un conjunto de reglas predeterminadas difíciles de alterar.

Finalmente, las Innovaciones de Nicho son consideradas como espacios de aprendizaje

² Debido que no hay una traducción literal de “*Socio-Technical Landscape*” para el idioma español, se utilizará “Panorama Socio-Técnico” para expresar las características del nivel macro de la MLP.

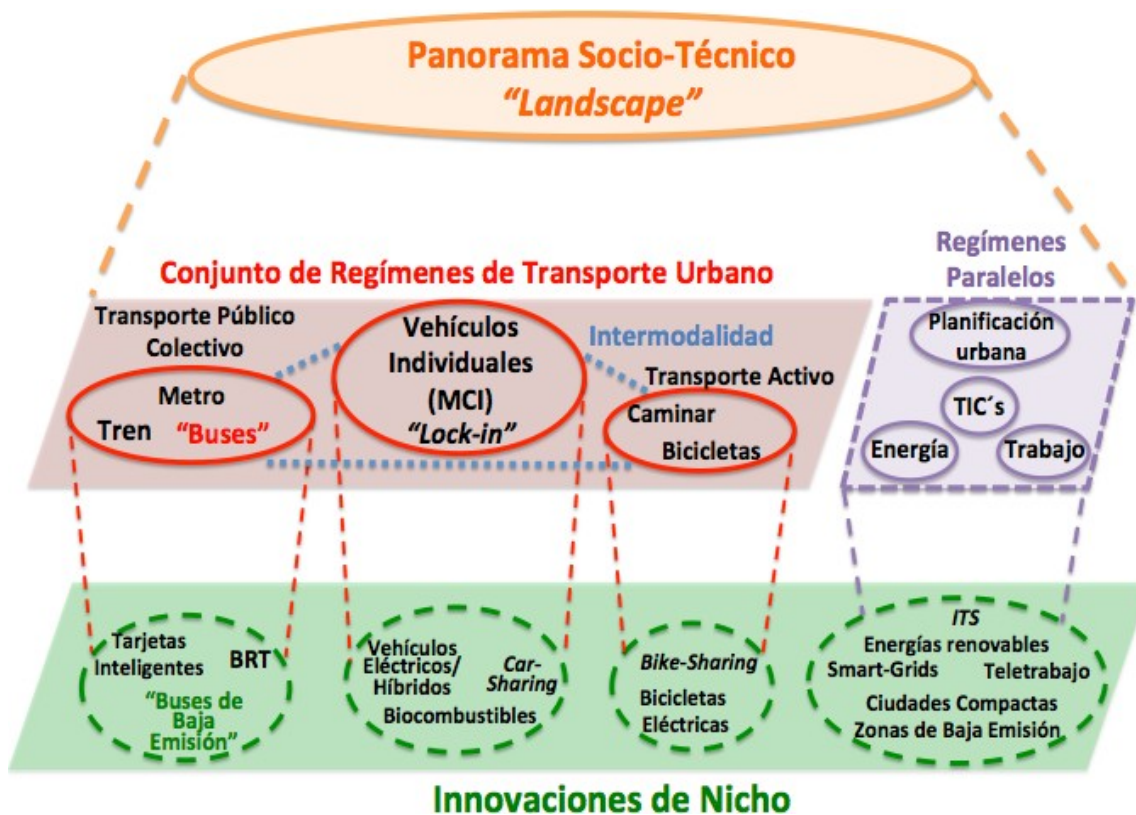
³ El concepto de Régimen Socio-Técnico está basado en los Regímenes Tecnológicos definidos por (Nelson & Winter, 1977), los cuales se generan cuando diferentes actores (ingenieros y empresas) comparten rutinas particulares, las cuales conforman una “heurística” particular para hacer las cosas y resolver los problemas.

protegidos o aislados y es donde se generan las innovaciones radicales, las cuales son apoyadas por usuarios con demandas especiales. Los procesos de aprendizaje a nivel de nichos, pueden ser tanto de carácter tecnológico como social, puesto que involucran nuevas maneras de interrelación entre los actores y nuevas visiones sobre cómo son entendidas las funciones sociales.

La interacción de los tres niveles analíticos definidos por Geels (2002), conforman una jerarquía anidada denominada como Perspectiva Multi-Nivel, la cual tiene como premisa principal que no hay un único *driver* en los procesos de Transición Socio-Técnica. Las relaciones entre estos niveles de análisis, indican distintos grados de estructuración de las prácticas locales, donde cada grupo de actores participa de acuerdo a sus intereses y expectativas.

Para el caso específico de la movilidad urbana, el proceso de transición hacia una movilidad de bajo carbono, ocurre a partir de la interacción de los tres niveles de análisis de la MLP. En la *Figura 1* se representan los diferentes conjuntos de Regímenes del Transporte Urbano, los Regímenes Paralelos y sus innovaciones de nicho asociadas.

Figura 1. Niveles de análisis asociados a la Movilidad Urbana



Fuente: Elaboración propia a partir de (Geels, 2002, 2012, 2018)

El Régimen Socio-Técnico de la Movilidad Urbana está compuesto por un conjunto de regímenes asociados al transporte urbano: vehículos individuales privados, transporte público colectivo (buses, metro, tren) y sistemas no motorizados conocidos como transporte activo (bicicleta, movilidad a pie). El "régimen dominante" de la movilidad urbana son los vehículos individuales con MCI, y el transporte público colectivo y el transporte activo son considerados

“regímenes subalternos” a este régimen, ya que ocupan una parte del porcentaje total de la movilidad en términos de pasajeros transportados por kilómetros (Geels, 2012).

El conjunto de regímenes de transporte urbano es complementado por regímenes paralelos (no asociados directamente al transporte), como la energía, planificación urbana, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC’s) y el trabajo, los cuales también pueden afectar la demanda de movilidad (Frank W. Geels, 2018).

Para cada conjunto de regímenes, existen innovaciones de nicho, que pueden ocurrir incluso dentro del régimen a través de viajes intermodales. Los Buses de Baja Emisión son una de las innovaciones de nicho asociadas al Régimen de Transporte Público Colectivo. Los BRT (*Bus Rapid Transit*) se consideran como una innovación complementaria, cuyo objetivo es priorizar el transporte público colectivo a través de carriles exclusivos para buses.

La principal característica de los buses de baja emisión, es que generan menores emisiones de GEI y de contaminantes locales en comparación a los buses movidos a diésel (que cumplen con la Normativa Euro V o inferior) y tienen una mejor eficiencia energética. Estos buses pueden clasificarse en cinco categorías, de acuerdo a los combustibles que utilizan y a sus sistemas de tracción:

- Buses con combustibles fósiles de baja emisión: Euro VI; Gas Natural Vehicular.
- Buses movidos con biocombustibles: Biodiesel; Biometano; Diésel de Caña de Azúcar.
- Buses híbridos: Híbridos convencionales; Híbridos Eléctricos *plug-in*; Híbridos eléctricos a etanol.
- Buses eléctricos: Buses eléctricos a batería; Trolebús.
- Buses con células de hidrógeno.

3. Metodología

La metodología de la presente investigación está centrada en un análisis cualitativo que combina las siguientes herramientas metodológicas: i) Revisión Bibliográfica; ii) Entrevistas a Profundidad; iii) Trabajo de Campo.

La revisión de fuentes secundarias fue realizada en libros, bases de datos de artículos científicos (principalmente *Scopus*), artículos de prensa, páginas de internet de empresas, centros de I&D y instituciones gubernamentales, políticas y regulaciones asociadas al tema de investigación, entre otros.

Las entrevistas y trabajos de campo permitieron recolectar informaciones de fuentes primarias de los principales *stakeholders* asociados al transporte público y a la movilidad urbana en Brasil. Se realizaron veinticinco (25) entrevistas entre 2016-2018. El trabajo de campo consistió en once (11) visitas técnicas para conocer los proyectos de demostración en Brasil y en la participación de eventos sectoriales y de las Audiencias Públicas del Proceso de Licitación del Sistema de Transporte Público de São Paulo. En el *Cuadro 1* se presenta la relación de las Entrevistas y los Trabajos de Campo.

Cuadro 1. Relación de Entrevistas y Trabajos de Campo

Categorías	Stakeholders
Fabricantes de Buses	BYD; Eletra; Volvo; Mercedes Benz; Scania.
Operadores de Flota	Pádova Colectivos (Campinas); Piracicabana (Brasília).

Asociaciones y Sindicatos	ABVE (<i>Associação Brasileira do Veículo Elétrico</i>); NTU (<i>Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos</i>); SPUrbanuss (<i>Sindicato das Empresas de Transporte Colectivo Urbano de Passageiros de São Paulo</i>).
ONG's ambientales	Greenpeace; IEMA (<i>Instituto de Energia e Meio Ambiente</i>); L`Avis Eco-Service.
Empresas de Energía	Itaipu Binacional; Eletropaulo (ENEL Brasil).
Empresas de autopartes	Baterías Moura; WEG (Motores Eléctricos).
Empresas Gestoras de Transporte Público	SPTTrans (<i>São Paulo Transportes S.A</i>); EMDEC (<i>Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas</i>); EMTU (<i>Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos</i>).
Entidades gubernamentales	<i>Secretaria de Estado de Mobilidade do Distrito Federal; Secretaria de Transporte e Mobilidade de São Paulo; Secretaria do Verde e Meio Ambiente.</i>
Trabajos de Campo	Audiencias Públicas de la Licitación de São Paulo; Conferencias con Concejales de São Paulo; Audiencia Pública sobre los Padrones de Calidad del Aire del CONAMA (<i>Conselho Nacional do Meio Ambiente</i>); <i>Salão Latinoamericano do Veículo Elétrico.</i>
Proyectos de demostración	“ <i>Ônibus a Célula de Combustível a Hidrogênio</i> ” EMTU. “ <i>Ônibus Elétrico Híbrido a etanol</i> ” Itaipu Binacional. “ <i>Ônibus Elétrico a Bateria</i> ” Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). “ <i>Buses con Tracción Eléctrica</i> ” Eletrobrás Furnas; FINEP; <i>Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ)-COPPE.</i>

Fuente: Elaboración propia.

4. Niveles de análisis de la Perspectiva Multi-Nivel para el caso brasileño

4.1. Panorama Socio-Técnico

Para el caso de Brasil, fueron identificados siete (7) temáticas principales asociadas al Panorama Socio-Técnico, las cuales fueron agrupadas en factores sociales, ambientales, culturales, económicos, industriales y tecnológicos. Para cada temática fueron identificadas políticas y programas nacionales e internacionales, las cuales presionan cambios tanto a nivel de régimen como de nicho. Las principales características de estas temáticas se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Factores, temáticas, políticas y programas asociados al Panorama Socio-Técnico

Factores y temáticas	Descripción	Políticas y programas identificados
Factores sociales y culturales: 1. Urbanización	La presión de la urbanización sobre los regímenes de la movilidad urbana, puede ser positiva si se realiza una adecuada planificación urbana y se prioriza el transporte público.	Estatuto de la ciudad (2011) Objetivos de Desarrollo Sustentable (Objetivo 11) (2015)

<p>Factores ambientales: 2. Cambio Climático 3. Impacto en la salud pública por la calidad del aire</p>	<p>Cambio Climático: Los efectos derivados del cambio climático, que en parte están asociados a las emisiones de GEI generadas por los sistemas de transporte, plantean la urgencia de descarbonizar el transporte y modificar el régimen dominante de los vehículos con MCI.</p> <p>Impacto en la salud pública por la calidad del aire: Los niveles de calidad del aire en las ciudades genera un aumento de las muertes prematuras y enfermedades crónicas, principalmente respiratorias y cardiovasculares, lo que genera altos costos a los sistemas de salud pública. De acuerdo con la OMS, (2018), en el año 2016 la exposición mundial al Material Particulado MP (PM_{2,5}) contribuyó a 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo.</p>	<p>Acuerdo de París (COP-21) (2015) Política Nacional sobre Cambio Climático (PNMC) (2009) Contribuciones Nacionalmente Determinadas NDC (2016) Fondo-Clima (2009) Plan Sectorial de Transporte y Movilidad Urbana para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PSTM) (2010) Padrones de Calidad del Aire OMS (2005) Guías de Calidad del Aire CONAMA (1990) (2018, actualización) Normas EURO (1992) (Euro VI, 2014) Programa de Control de la Contaminación del Aire por Vehículos Automotores PROCONVE (1986) (2018, actualización Fase P-8)</p>
<p>Factores económicos: 4. Seguridad Energética y Biocombustibles</p>	<p>La seguridad energética está relacionada con disminuir la dependencia de combustibles fósiles, lo cual presiona el sistema socio-técnico dominante de la movilidad urbana e impulsa innovaciones de vehículos de baja emisión. En Brasil, el estímulo a la producción de los biocombustibles ha sido una respuesta para disminuir la dependencia del petróleo.</p>	<p>Programa Nacional de Alcohol “Proálcool” (1975) Motores Flex-Fuel (2003) Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (2005) RenovaBio (2017) Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para Energías Renovables y Biocombustibles (2018-2022)</p>
<p>Factores industriales: 5. Eficiencia energética 6. Re-direccionamiento estratégico de la industria automovilística <i>Diesel Gate</i></p>	<p>La Eficiencia Energética (EE) en la industria automovilística, tiene como objetivo reducir el consumo de combustible. La necesidad de mejorar la EE, ha generado un re-direccionamiento estratégico en la Industria Automovilística, que contempla el desarrollo de tecnologías de motorización más eficientes y de modelos híbridos y/o eléctricos. El escándalo conocido como <i>Diesel Gate</i>, aceleró este proceso de transición hacia tecnologías más eficientes, principalmente en empresas alemanas.</p>	<p>Normas CAFE (1975) Motores Flex-Fuel (2003) Directiva Europea (2009) Programa “Inovar-Auto” (2012-2017) <i>Paris Declaration on Electromobility and Climate Change & Call to Action (2015)</i> <i>Diesel Gate (2015)</i> <i>C40 Fossil-Fuel-Free Street Declaration (2017)</i> Programa “Rota 2030”-Movilidad y Logística (2018-2030)</p>
<p>Factores tecnológicos: 7. Disminución del precio de las baterías para VE</p>	<p>Las baterías son el componente más costoso de los Vehículos Eléctricos (VE), razón por la cual, la disminución de su precio, puede estimular la producción a gran escala de los VE, que incluye a los buses de baja emisión.</p>	<p>Políticas internacionales: <i>Advanced Technology Manufacturing Loan Program</i> (EE.UU); <i>New Sunshine Program</i> (Japón); <i>863 Program</i> (China); <i>Lithium-Ion Battery</i> (Alemania); entre otros.</p>

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Régimen Socio-Técnico

El Régimen Socio-Técnico de la movilidad urbana en Brasil, se caracteriza por el dominio de los vehículos individuales con MCI, lo que genera un *lock-in* basado en combustibles fósiles y en tecnologías con alta intensidad del carbono (Unruh, 2000). Este régimen es reforzado por la existencia de un conjunto de políticas que privilegian la industria

automovilística brasileña, la cual es una de las más importantes del país en términos económicos, de generación de empleo, capacidad productiva e I&D (Investigación y Desarrollo).

La industria automovilística cuenta con un parque industrial consolidado para la fabricación de carrocerías, chasis y autopartes para buses con MCI movidos a diésel. Estas empresas ejercen un *lobby* muy fuerte para mantener su poder de mercado y cuentan con diferentes asociaciones y gremios que representan sus intereses⁴. Sin embargo, existen algunas iniciativas de las empresas del régimen relacionadas al desarrollo de prototipos y proyectos de demostración en buses de baja emisión, lo cual evidencia que la industria está intentando incorporar innovaciones de carácter incremental, pero sin abandonar la fabricación de buses a diésel⁵.

En relación con el régimen subalterno del transporte público, en Brasil se destaca la participación de los buses urbanos, como el modo colectivo más utilizado a nivel nacional. Los buses urbanos representan el 86,3% de la participación en el total del transporte público colectivo, con una flota aproximada de 107.000 buses y un total de 39.585.078 pasajeros transportados por día (NTU, 2018). Sin embargo, la participación de los buses en el total de la flota circulante de Brasil, es de solo 1% en contraste con la de los vehículos individuales que es de 64% (Sindipeças-Abipeças, 2018), lo que indica la necesidad de realizar un cambio de modal, que priorice el transporte público frente al transporte individual.

Con el fin de mitigar las disputas entre los regímenes de los vehículos individuales y del transporte público colectivo, se han formulado diferentes políticas de movilidad urbana, dentro de las que se destaca la Política Nacional de Movilidad Urbana y los *PAC-Movilidad*, que tienen como objetivo priorizar el transporte público a través de la implementación de los BRT. Los BRT son una innovación brasileña, que surgió como un experimento de nicho y ha conseguido consolidarse hasta hacer parte del régimen de la movilidad urbana en muchos países latinoamericanos.

4.3. Innovaciones de nicho de los buses de baja emisión

A nivel internacional el número de buses de baja emisión es pequeño en comparación al número de buses urbanos movidos a diésel. Según datos de la (IEA, 2019), China es el mayor mercado de buses eléctricos a batería del mundo con 460.000 unidades (99% del mercado mundial). Se destaca la ciudad de Shenzhen con 16.000 buses eléctricos a batería, la mayor flota eléctrica del mundo.

Europa es el segundo mayor mercado con 2.163 buses eléctricos, que incluyen buses eléctricos a batería y buses eléctricos *plug-in* que corresponden aproximadamente al 1,6% del mercado total de buses. Por su parte, Estados Unidos ocupa la tercera posición con 360 unidades (sin incluir los trolebús), que corresponden al 0,5% del total de la flota de buses urbanos (BNEF (Bloomberg New Energy Finance), 2018).

En Europa se destaca el Proyecto ZeEUS (*Zero Emission Urban Bus System*) que tiene como objetivo fomentar la incorporación de buses eléctricos y evaluar su viabilidad

⁴ Se destacan las siguientes asociaciones: ANFAVEA (*Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores*); SINDIPEÇAS (*Sindicato Nacional da Indústria de Componentes de Veículos Automotores*); y ABIPEÇAS (*Associação Brasileira da Indústria de Autopeças*).

⁵ En Brasil, aun no está reglamentada la Normativa Euro VI para buses urbanos. El *Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores PROCONVE* del CONAMA, estableció que esta norma solo comenzará a regir a partir del año 2023.

económica, ambiental y social a través de proyectos de demostración en flotas urbanas (ZEEUS, 2017). Participan en este proyecto 40 miembros, entre los que se encuentran autoridades locales, empresas gestoras de transporte público, empresas de buses de baja emisión, operadores de flota, empresas de energía eléctrica, proveedores de sistemas de recarga para VE, centros de I&D, universidades y ONG especializadas en transporte limpio. Se seleccionaron 10 ciudades europeas como proyectos de demostración, donde se testaron cerca de 107 buses eléctricos a batería, *plug-in* y trolebús, diferentes sistemas de recarga (pantógrafo, recarga de oportunidad, inductiva, *plug-in*), se calcularon los costos de operación y la reducción de emisiones de gases contaminantes.

Además del proyecto ZeEUS, la iniciativa *Fossil-Fuel-Free Street Declaration* del grupo de ciudades *C40 Cities Climate Leadership Group*, estableció los siguientes compromisos: i) Adquirir buses con cero emisiones a partir del año 2025 y ii) Asegurar que los centros de las ciudades sean de cero emisiones para el año 2030. Este compromiso fue firmado por los gobiernos locales de 26 ciudades, de las cuáles tres son latinoamericanas: Ciudad de México, Medellín y Quito (C40 Cities, 2017).

En el caso de América Latina, se destacan los países de Chile, Costa Rica y Colombia, los cuales han definido políticas y estrategias nacionales de estímulo a la movilidad eléctrica, donde el transporte público es una de las principales puertas de entrada para estas tecnologías. El gobierno de Chile formuló en el 2018 la “Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos”, la cual estableció como meta para el año 2050 que el 100% del transporte público urbano debería ser eléctrico. Una de las estrategias es que en las bases de la licitación para el transporte público colectivo de Santiago, Transantiago, debería incorporar obligatoriamente buses eléctricos a batería (Ministerio de Energía; Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2018).

Entre 2018 y comienzos del 2019 se incorporaron 200 buses eléctricos a batería en el BRT Transantiago, constituyéndose en la segunda ciudad del mundo, después de Shenzhen con la flota más importante de buses eléctricos a batería⁶. La implementación de los buses eléctricos en Transantiago, fue facilitada gracias a una Alianza Público-Privada entre Empresas de Energía Eléctrica (ENEL, ENGIE) que financiaron los buses y alquilan los sistemas de recarga, empresas de buses eléctricos (BYD, YUTONG), operadores de flota de Transantiago y el Ministerio de Transportes de Chile.

En Colombia, en el mes de Julio de 2019 fue publicada la Ley 1.964, la cual contempla metas específicas para la incorporación de buses eléctricos en los sistemas de transporte masivo BRT de las principales ciudades. En el mes de agosto de 2019, Medellín incorporó 64 buses eléctricos en el BRT Metroplús, constituyéndose en la segunda ciudad de Latinoamérica con mayor número de buses eléctricos y Cali, incorporó 23 buses eléctricos en el BRT MIO. Por su parte, Bogotá anunció una licitación de 594 buses eléctricos, que harán parte del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

Para el caso de Brasil, se estima que el número de buses de baja emisión al finalizar el 2018 era de 406 unidades distribuidas así: Trolebús: 293, que son la tecnología de buses de baja emisión más utilizada en Brasil; Buses Híbridos: 55; Buses Eléctricos a Batería: 54; Buses con células de hidrógeno: 4, los cuales corresponden a proyectos de demostración (Bermúdez, 2018).

La inserción de los buses de baja emisión en Brasil ha estado asociada a proyectos piloto

⁶ En Agosto de 2019, la Ministra de Transportes de Chile, anunció la llegada de otros 200 buses eléctricos a batería, los cuales se incorporarán la flota de buses de Santiago hasta finales de 2019.

y de demostración. Estos proyectos de demostración funcionan como experimentos o “*locus de aprendizaje*”, para los diferentes actores que participan como gobiernos locales, empresas de energía, universidades, centros de investigación, empresas de buses y de componentes, operadores de flota, entre otros y generalmente están financiados por entidades del gobierno brasileño. Al igual que en el caso europeo, la mayoría de estos proyectos son realizados en el ámbito local, y permiten que se prueben las diferentes alternativas de buses de baja emisión en ambientes controlados, para identificar los beneficios de estas tecnologías, las ganancias ambientales asociadas a la reducción de emisiones, la eficiencia energética, los costos de operación y de mantenimiento, en comparación a los buses movidos a diésel y los principales aspectos a mejorar.

Se destacan dentro de los proyectos piloto, el liderazgo de las empresas de buses de baja emisión como Volvo, Eletra y BYD y el apoyo de las empresas gestoras de transporte urbano como URBS (*Urbanização de Curitiba*), SPTrans (São Paulo Transportes), EMTU (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo), EMDEC (Empresa Municipal de Desarrollo de Campinas), con el objetivo de posicionar a las ciudades de Curitiba (Buses híbridos), São Paulo (Trolebús) y Campinas (Buses eléctricos a batería), como líderes en la movilidad de bajo carbono.

Los proyectos de demostración también han sido importantes en la medida que permitieron la participación de empresas de componentes locales, como carrocerías, chasis, motores eléctricos y baterías, e incluso se propusieron nuevas configuraciones como los buses híbridos eléctricos a etanol, con el fin de aprovechar las capacidades ya existentes en Brasil en torno al uso de biocombustibles.

5. Licitación del Sistema de Transporte Público Colectivo en São Paulo

El caso de la ciudad de São Paulo fue seleccionado debido a la importancia de la ciudad en términos económicos, de población y a las características del sistema de transporte público colectivo de la ciudad. São Paulo tiene una población estimada de 12,1 millones de habitantes (IBGE, 2016) y un PIB de R\$ 650.544 billones, el más alto del país y representa el 11% del PIB nacional (IBGE, 2015). Al ser la ciudad más poblada de Brasil y considerada como una mega-ciudades, presenta graves problemas de contaminación ambiental y de movilidad urbana⁷.

En relación con las emisiones de contaminantes locales, el Área Metropolitana de São Paulo es la más contaminada de Brasil. Los automóviles son responsables por el 73% de las emisiones de GEI⁸, buses urbanos (23,8%), motocicletas (3,1%) y buses intermunicipales (0,5%). Sin embargo, cuando se analizan los contaminantes locales, que son los que más impactan en la calidad del aire y en la salud pública, los buses urbanos son los responsables por el mayor porcentaje tanto de Material Particulado originado por la combustión (MPcomb)⁹ (80,1%), como de Óxido de Nitrógeno NOx (77,8%), principalmente por la combustión de los motores de ciclo diésel (IEMA, 2017).

El municipio de São Paulo, tiene la mayor flota de buses urbanos de Brasil,

⁷ De acuerdo con la *Companhia de Engenharia de Tráfego - CET*, (2017), en la ciudad de São Paulo, el 11% del tiempo de viaje de los automóviles es perdido en congestionamientos, un 8% en la mañana y 14% en el horario de la tarde

⁸ Medidos en kilo-toneladas (kt de CO_{2e}) por día.

⁹ El Mpcomb es originado directamente de la combustión y está constituido por partículas más finas (MP_{2,5}), que tienen un impacto mayor en la salud.

aproximadamente 14.000 vehículos, y se constituye en la tercera flota más grande del mundo, después de China e India. En el año 2017, los buses urbanos, fueron el medio de transporte más usado en la ciudad, con un porcentaje de 47%, los automóviles con 24%, Metro 12% y Tren 3%.

São Paulo, tiene antecedentes históricos en relación a la implementación de buses de baja emisión, específicamente en relación a los trolebuses, que continúan siendo la tecnología de baja emisión más representativa del país. Además, durante los años 80 y 90 se realizaron algunos proyectos con buses movidos a etanol y a Gas Natural Vehicular, pero debido a diferentes problemas de desempeño, estos fueron desactivados del sistema en el 2002 (*Diário do Transporte*, 2015).

Una de las políticas medio-ambientales que tenían como objetivo incorporar buses de baja emisión en São Paulo, fue la Ley del Clima (*Ley 14.933/2009*). Específicamente, el Artículo 50¹⁰, establecía que para el año 2018, toda la flota de buses de la ciudad debería utilizar combustibles renovables no fósiles. Sin embargo, debido a condiciones asociadas al régimen dominante basado en el *lock-in* del diésel y a los incipientes desarrollos de tecnologías de nicho de buses de baja emisión, no se logró implementar esta ley.

Un factor que influyó el incumplimiento de la Ley del Clima, fue el atraso en la Licitación del Sistema de Transporte Público en São Paulo, ya que las operadoras de transporte público no estaban obligadas a cumplir la ley, sin una obligación contractual que lo estipulara. Originalmente, la licitación debió realizarse en el año 2013, pero fue cancelada por la gestión del Alcalde Fernando Haddad, debido en parte a las manifestaciones sociales contra los valores de las tarifas de los buses y sobre la calidad del servicio de transporte público que ocurrieron en Junio de 2013.

En el año 2017, la administración del Alcalde João Doria retomó el proceso de Licitación, la cual establece un cronograma de sustitución de flota por vehículos más limpios con metas anuales de reducción de emisiones en un plazo de 10 y 20 años. Las alternativas energéticas consideradas por la licitación son: Diésel de Caña de Azúcar, Biodiesel, Biometano, Buses Eléctricos Híbridos, Buses Eléctricos a Batería y Trolebús.

Sin embargo, debido al incumplimiento del Artículo 50 de la Ley del Clima, fue necesario modificarlo para que la Licitación pudiera ser lanzada. Así, después de un difícil proceso de concertación entre autoridades municipales, empresas automovilísticas, ONG y Centros de I&D, se modificó este artículo mediante la Ley No. 16.802 de 17 de enero de 2018. Esta Ley determina que los operadores del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros de São Paulo, deben promover la reducción progresiva de CO₂, MP y NO_x, en plazos de 10 y 20 años. Estas metas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Metas de reducción de emisiones para el Transporte Urbano de Pasajeros del Municipio de São Paulo (2018)

Parámetro	Al final de 10 años	Al final de 20 años
CO ₂ (Dióxido de Carbono de origen fósil)	50%	100%
MP (Material Particulado)	90%	95%

¹⁰ Artículo 50: “Los programas, contratos y autorizaciones municipales de transportes públicos deben considerar la reducción progresiva del uso de combustibles fósiles, y queda adoptada la meta progresiva de reducción de por lo menos 10% en cada año, a partir del 2009 y la utilización en el 2018 de combustible renovable no-fósil por todos los buses del sistema de transporte público del Municipio” (Prefeitura da Cidade de São Paulo, 2009).

NOx (Óxido de Nitrógeno)	80%	95%
--------------------------	-----	-----

Fuente: Cidade de São Paulo, *Lei No. 16.802* de 17 de enero de 2018.

Las metas de reducción de emisiones establecidas son ambiciosas y novedosas para una ciudad latinoamericana como São Paulo, y necesariamente implican la incorporación de buses de baja emisión. Este proceso se constituye en una “ventana de oportunidad” tanto para incorporar innovaciones de carácter incremental como buses híbridos y Euro VI, como innovaciones radicales asociadas al nicho de buses eléctricos. Además, también se tiene en cuenta la implementación de biocombustibles, considerando las capacidades de producción nacional y a la existencia de una clara agenda política de estímulo a los mismos.

La licitación incorpora una visión de largo plazo, ya que el tiempo de la concesión será por 20 años, tiempo en el cual se espera que las innovaciones de nicho de buses de baja emisión evolucionen rápidamente y consigan solucionar los cuestionamientos actuales en relación a la autonomía, precio y desempeño en la operación urbana. Incluso este plazo puede ser importante para que las empresas nacionales, aprovechando sus capacidades de producción, pueden dar una respuesta tecnológica de buses de baja emisión, y así consigan cumplir con las metas de emisión definidas.

Este proceso no fue fácil, y no se dio de manera inmediata. Por el contrario, encontró una serie de obstáculos y resistencias, principalmente por parte de los operadores de flota y las empresas de buses del régimen, que quieren continuar en un modelo de negocio que privilegia el uso de buses a diésel. Además, el proceso de licitación fue suspendido varias veces por el Tribunal de Cuentas del Municipio (TCM), debido a cuestionamientos relacionados con la viabilidad económica y la remuneración para los operadores.

Finalmente, la licitación fue lanzada en Diciembre de 2018 y se espera que durante el 2019 sean adjudicados los nuevos contratos. A partir de este momento, el proceso está en manos de los operadores quienes son los que deben determinar cuáles son las alternativas de buses de baja emisión que cumplen con las metas establecidas tanto en la licitación como en la Ley.

6. Conclusiones

Una vez caracterizado el proceso de transición socio-técnica hacia una movilidad de bajo carbono y la relevancia del papel de políticas ambientales y de movilidad de carácter local, se evidencia que las ciudades y particularmente los gobiernos locales, son fundamentales para direccionar y estimular este tipo de procesos de transición. Los gobiernos locales son los encargados de planear y ejecutar la política de movilidad urbana y organizar y prestar los servicios de transporte público colectivo, adoptando patrones para el control de la contaminación ambiental y sonora, por lo cual tienen toda la gobernanza para promover una transición hacia una movilidad de bajo carbono.

Las ciudades se convierten en una especie de laboratorio para el fomento de este tipo de tecnologías, donde es necesario tener en cuenta las características específicas de cada tecnología y los beneficios asociados con su implementación, especialmente en el medio ambiente, salud y movilidad. Las ciudades ya no se analizan como elementos estáticos, sino que se convierten en un elemento importante para promover las transiciones hacia la sustentabilidad.

El papel de las ciudades toma mayor relevancia cuando es realizado por una ciudad

como São Paulo, que tiene una gran representatividad, no solo en Brasil sino en el mundo. Siguiendo lo planteado por (Geels, 2011), São Paulo puede desempeñar un papel protagonista en los procesos de transición urbana. Así, un proceso de licitación de la magnitud de la ciudad de São Paulo, que implica la renovación de una flota de aproximadamente 14.000 buses, es una oportunidad clara y específica para que las iniciativas asociadas a los nichos de baja emisión, dejen de ser solo proyectos y se constituyan en una verdadera “ventana de oportunidad” para promover el proceso de transición hacia una movilidad de bajo carbono en Brasil.

El proceso de licitación de São Paulo, está siendo observado y analizado de cerca por otras ciudades de Brasil como Campinas, Belo Horizonte, Niterói, entre otras, que ya están contemplando imponer metas de reducción de emisiones en las próximas licitaciones del sistema de transporte público colectivo y/o establecer porcentajes obligatorios de incorporación de buses eléctricos. El caso de la licitación de São Paulo, también es representativo a nivel internacional e incluso está siendo acompañado de cerca por las empresas de buses, tanto de nicho como de régimen, las cuáles están trabajando en proyectos de diseño de buses de baja emisión, que consigan atender a las características de la operación de São Paulo y las metas de reducción de emisiones establecidas.

En este contexto, las licitaciones de transporte público colectivo de las grandes ciudades, se convierten en instrumentos de política importantes para incorporar una flota de buses de baja emisión, los cuales pueden contribuir con la mejora en la calidad del aire y en la mejora de los problemas de movilidad. Sin embargo, como este todavía es un mercado de nicho, aspectos como la financiación, tarifas especiales de energía eléctrica para los sistemas de transporte y el establecimiento de metas de largo plazo para la incorporación de buses de baja emisión, deben ser acompañadas por políticas y estrategias de carácter nacional.

Es importante resaltar que el proceso de transición hacia una movilidad de bajo carbono, no se soluciona simplemente con la compra de un “artefacto tecnológico”, en este caso los buses de baja emisión. Por el contrario, implica una serie de acuerdos y consensos relacionados con la gobernanza de los actores, y que, en el caso particular del sistema de transporte, van desde los operadores de flota, tomadores de decisión política, bancos de financiación, empresas de buses (tanto del régimen como del nicho), empresas distribuidoras de energía y especialmente los usuarios, que son los que se van a beneficiar directamente de un transporte público de baja emisión y de calidad.

Así, no es suficiente con la implementación de “innovaciones tecnológicas” como los buses de baja emisión para promover la transición hacia una movilidad de bajo carbono. Estas innovaciones se deben complementar con “innovaciones no tecnológicas”, como los *BRT* para priorizar el transporte público sobre el transporte individual. Esto contribuirá a que los usuarios dejen el carro particular en casa y opten por un transporte público de baja emisión, mayor velocidad y mejor calidad de servicio.

7. Referencias

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bermúdez, T. (2018). Transiciones Socio-Técnicas hacia una Movilidad de Bajo Carbono: Un análisis del Nicho de los Buses de Baja Emisión para el Caso de Brasil. Tesis de Doctorado en Política Científica y Tecnológica. Departamento de Política Científica y Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Retrieved from <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/333639>
- BNEF (Bloomberg New Energy Finance). (2018). *Electric Buses in Cities. Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2*. Retrieved from <https://about.bnef.com/blog/electric-buses-cities-driving-towards->

- cleaner-air-lower-co2/
- C40 Cities. (2017). C40: Fossil-Fuel-Free Streets Declaration. Retrieved October 21, 2018, from <https://www.c40.org/other/fossil-fuel-free-streets-declaration>
- Cidade de São Paulo. Diário oficial Cidade de São Paulo. Lei No. 16.802 de 17 de Janeiro de 2018 (2018).
- Companhia de Engenharia de Tráfego - CET. (2017). *Pesquisa de monitoramento da mobilidade: mobilidade no sistema viário principal: volume e velocidade - 2016*.
- Diário do Transporte. (2015). HISTÓRIA: São Paulo já teve lei que obrigava frota de ônibus movidos a Gás Natural. Retrieved November 24, 2018, from <https://diariodotransporte.com.br/2015/11/02/historia-sao-paulo-ja-teve-lei-que-obrigava-frota-de-onibus-movidos-a-gas-natural/>
- Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, 52, 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.024>
- Driel, H. van (Hugo), & Schot, J. (2005). Radical Innovation as a Multilevel Process: Introducing Floating Grain Elevators in the Port of Rotterdam. *Technology and Culture*, 46(1), 51–76. <https://doi.org/10.1353/tech.2005.0011>
- Geels, F.W. (2011). The role of cities in technological transitions . Analytical clarifications and historical examples. In H. Bulkeley, V. C. Broto, M. Hodson, & S. Marvin (Eds.), *Cities and Low Carbon Transitions* (pp. 13–28). New York: Routledge. Retrieved from <https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=YTNZBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=the+role+of+cities+in+technological+transitions&ots=Ne1-Az42&sig=7qENqajpehy23hknZvYEwTqoscs#v=onepage&q=the+role+of+cities+in+technological+transitions&f=false>
- Geels, Frank W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, Frank W. (2004). Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. In B. Elzen, F. W. Geels, & K. Green (Eds.), *System Innovation and the Transition to Sustainability. Theory, Evidence and Policy*. Northampton, Massachusetts, USA: Edward Elgar Publishing Limited.
- Geels, Frank W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 24, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, Frank W. (2018). Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990–2016). *Energy Research and Social Science*. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.008>
- IBGE. (2016). Áreas dos Municípios | Geociências | IBGE :: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Retrieved January 31, 2018, from <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=destaques&c=35>
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2015). Produto Interno Bruto dos Municípios | Estatísticas |. Retrieved November 15, 2018, from <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>
- IEA International Energy Agency. (2017). *CO2 emissions from fuel combustion. Overview 2017*.
- IEA International Energy Agency. (2019). Global EV Outlook 2019 Scaling-up the transitions to electric mobility. Retrieved from <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>
- IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente). (2017). Inventário de Emissões Atmosféricas do Transporte Rodoviário de Passageiros no Município de São Paulo. Retrieved October 29, 2018, from <http://emissoes.energiaeambiente.org.br/>
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, & Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos. Santiago de Chile. Retrieved from http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf
- Nelson, R., & Winter, S. G. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6, 36–76.
- NTU. (2018). Dados do Transporte Público por Ônibus. Retrieved July 25, 2018, from <https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>

- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2018). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Retrieved October 23, 2018, from [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2018). Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles. Retrieved May 3, 2019, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Prefeitura da Cidade de São Paulo. Secretaria do Verde e Meio Ambiente. Lei 14.933 de 5 de Junho de 2009 (2009). Retrieved from http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/comite_do_clima/legislacao/leis/index.php?p=15115
- Schot, J., Hoogma, R., & Elzen, B. (1994). Strategies for shifting technological systems. The case of the automobile system. *Futures*, 26(10), 1060–1076. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90073-6](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90073-6)
- Sindipeças-Abipeças. (2018). *Relatório da Frota Circulante 2018*. São Paulo.
- UN-Habitat. (2016). From Habitat II to Habitat III: Twenty years of Urban Development. In *World Cities Report 2016. Urbanization and Development Emerging Futures* (pp. 1–26).
- UN DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Retrieved from <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28, 817–830. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00098-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00098-2)
- WRI World Resources Institute. (2016). CAIT Climate Data Explorer. Retrieved November 21, 2017, from <http://cait.wri.org/>
- ZeEUS (Zero Emission Urban Bus System). (2017). ZeEUS eBus Report # 2. An updated overview of electric buses un Europe. Retrieved from <http://zeus.eu/uploads/publications/documents/zeus-ebus-report-2.pdf>

Inovação organizacional para sustentabilidade: adoção de novas práticas de um programa público

Aline Ribeiro Gomes
Universidade Federal do Ceará. PPAC / FEAAC, Brasil
alinearg@gmail.com

Jose Carlos Lázaro
Universidade Federal do Ceará. PPAC / FEAAC, Brasil
lazaro.ufc@gmail.com

Carlos Dias Chaym Universidade Estadual do Ceará. PPGA, Brasil
carlosd.chaym@yahoo.com.br

Resumo

A adesão de princípios sustentáveis às atividades cotidianas da gestão pública requer mudanças de atitudes e práticas para que se minimizem os impactos sociais e ambientais dessas ações recorrentes. Inovações tecnológicas e em práticas sociais requer uma análise no processo de adoção. Atento a esta problemática, este artigo objetiva investigar, através de uma pesquisa qualitativa, a adesão dos colaboradores de um órgão público às práticas da A3P referentes ao uso do recurso energia promovidas na instituição analisada. Nesse intuito, utilizou-se das lentes das Teorias de Práticas aplicadas por Shove, Pantzar e Watson (2012), que simplifica as práticas nos elementos material, significado e conhecimento prático/competência. Os resultados revelaram que, das três práticas referentes ao uso racional da energia detectadas na pesquisa de campo, uma demonstra deficiência do elemento material e as outras práticas apresentam os três elementos constituintes das práticas. Dessa forma, os resultados enfatizam a necessidade de se trabalhar o elemento material para que a prática sustentável que se encontra comprometida possa se estabelecer na instituição.

Palavras-chave

Sustentabilidade. Agenda Ambiental na Administração Pública. Teorias de Práticas. Práticas socioambientais.

1. Introdução

Desde o início da década de 1970, a humanidade vem percebendo um novo paradigma de desenvolvimento. Na publicação “*Our Common Future*” (Nosso Futuro Comum), em 1988, a ONU registra a situação ambiental e social global, define o conceito de Desenvolvimento Sustentável como objetivo global de desenvolvimento e estabelece uma confirmação desse novo paradigma (Seebode, Jeanrenaud, & Bessant, 2012). As inovações assumem um papel central nesta mudança de paradigma, visto que novas tecnologias e novas práticas sociais são necessárias para alterar o curso não sustentável do desenvolvimento atual (Cohen, Brown, & Vergragt, 2013). Desta maneira, como todo novo produto, processo ou práticas de uso e consumo alteram o nosso futuro comum, desenvolver inovações considerando seu possível impacto é fundamental para a sustentabilidade global, assim como entender como se dá o

processo de adoção de novos produtos e suas práticas sociais mais sustentáveis vinculadas também é elemento chave para implementação de inovações (Jansen, 2003).

Autores que estudam as políticas públicas visando a sustentabilidade perceberam que uma abordagem normativa de adoção do objetivo global de sustentabilidade apresenta problema de aderência ampla. Isto pode ser entendido visto sua complexidade frente diversidades culturais e percepção do problema no nível individual e no nível político nacional (Spaargaren, 2013). Observando a abordagem teórica de adoção de tecnologia de Sistemas Socio-Técnicos (Dosi, 2006) há cerca de 20 anos, pesquisadores começaram a propor que o processo de adoção da “Sustentabilidade” poderia ser tratado através de uma Transição (Socio-Técnica) para Sustentabilidade (Geels, 2004; Smith, Voß, & Grin, 2010; Markard, Raven, & Truffer, 2012), assim, um campo amplo de pesquisa sobre Transição para Sustentabilidade (*Transitions to Sustainability [TS]*) ganha corpo e aderência (Loorbach, 2010; Grin, Rotmans, & Schot, 2011; Schöpke, Omann, Wittmayer, Van Steenberg, & Mock, 2017; Wiczorek, 2018). Isto se dá, sobretudo, pela sua possibilidade de basear políticas públicas, o que tem acontecido nos últimos 10 anos na União Européia [EU], onde programas como “*Transition Towns*” (Cidade de Transição) são fomentados pela EU (Haxeltine & Seyfang, 2009). Neste programa, inovações tecnológicas e sociais que reduzem as emissões de Gases do Efeito Estufa [GEF] (causadores das Mudanças Climáticas), geralmente ligadas a energia e mobilidade, são incentivadas em seu processo de implantação. Diferentes sub-campos de estudos têm se consolidado nos estudos sobre a Transição (Markard *et al.*, 2012) e recentemente uma abordagem com uma nova epistemologia foi incorporada, usando as lentes das abordagens das Práticas Sociais, onde alguns autores vem tentando entender o processo de transição pelos hábitos de consumo e uso de energia e outros recursos (Hargreaves, 2011; Spaargaren, 2013).

Normativamente, o caminho mais viável de conciliação das “demandas mundiais pelos recursos naturais e sua capacidade de suprimento é o consumo e produção sustentáveis, que consiste no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 [ODS 12]” (p.13), como alertam Palhares *et al.* (2018). Esta Iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente [PNUMA] (2012) explana que “o consumo e a produção sustentável trata da promoção da eficiência energética e de recurso, bem como de uma infraestrutura sustentável, do acesso a serviços básicos, empregos verdes e decentes e de uma melhor qualidade de vida para todos” (p.12). No Brasil, consoante o Ministério do Meio Ambiente [MMA] (2011), existe um Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis [PPCS] com o propósito de direcionar o País na busca de padrões de consumo e produção com sustentabilidade. Dentre as prioridades do PPCS, focando as organizações públicas, encontra-se a Agenda Ambiental na Administração Pública [A3P], que busca estimular nos gestores públicos a adoção de princípios e critérios de gestão ambiental na sua rotina de atividade, proporcionando, dessa forma, economia de recursos naturais e redução de gastos institucionais através do uso racional dos bens públicos e da gestão dos resíduos (MMA, 2009). A proposta do PPCS institui normativamente ações para as empresas públicas se engajarem para a Sustentabilidade, no entanto, pouco se analisa sobre o processo de implementação, ou seja, a adoção desta inovação organizacional que engloba novas tecnologias (luzes, ares condicionados, interruptores) e novas práticas sociais, ligadas ou não aos artefatos tecnológicos.

Nota-se que um dos objetos centrais de Transição Sociotécnica para Sustentabilidade [TSpS] é a geração e consumo de energia, elétrica ou primária, pois atualmente a maior problemática ambiental coletiva global são as Mudanças Climáticas provocada pelo aquecimento antropocêntrico da temperatura da biosfera, causado pela queima de combustíveis fósseis na geração de energia. E recentemente os estudos de transição têm trazido a discussão

sobre a limitação da abordagem usualmente utilizada, da Perspectiva MultiNível (*Multi-Level Perspective [MLP]*) (Avelino & Wittmayer, 2016), sendo uma das alternativas de abordagem a das Práticas Sociais (Cohen *et al.*, 2013; Grin *et al.*, 2011).

Apesar do uso comum do termo “práticas” no sentido de ação ou aplicação empírica, na Sociologia e nos Estudos Organizacionais, analisar as “práticas” pode ser considerado uma nova lente epistemológica. Para estudar as “práticas”, parte dos estudos organizacionais (Bispo, 2013) tem utilizado uma visão complementar à abordagem racional, a abordagem das Práticas, que emergiu com autores da sociologia como Bourdieu (2011) e Giddens (1984), sendo aprofundada ultimamente por Theodore Schatzki (2005a, 2005b) e autores como Girardi e Nicollini. Um dos poucos consensos sobre as abordagens das Práticas é sua diversidade, sendo não unifica em uma única Teoria. As “práticas”, como rotinas não racionalizadas, são então interpretadas com um conjunto de elementos constituintes que possibilitam ou viabilizam sua execução (Reckwitz, 2002). Apesar de uma discussão epistemológica sobre o uso desta abordagem com um viés pragmático, autores que vêm estudando as práticas no consumo em geral (Warde, 2015) e especificamente mais ambientalmente adequadas para uma humanidade mais sustentável (Spaargaren, 2011) simplificaram os elementos das práticas em três grandes conjuntos de elementos constituintes, conforme Shove *et al.* (2012) e Spurling *et al.* (2013), quais sejam, material, significado (*means*) e competência/conhecimento prático (*skill*). Aqui entende-se que uma análise das práticas sustentáveis e a ausência das práticas normativamente estabelecidas podem ser analisadas pragmaticamente como Spurling *et al.* (2013) e Süßbauer e Schäfer (2018) fizeram sobre intervenções, considerando a normalização e o desejo do órgão como uma intervenção.

Diante do exposto, chegou-se à seguinte questão de pesquisa deste artigo: Como se dá a adoção de novas práticas de uso do recurso energia por parte dos colaboradores de um órgão da administração pública? Com o objetivo de investigar a adesão dos colaboradores da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará [NUTEC] às práticas da A3P referentes ao uso da energia promovidas na instituição, usando as lentes das Teorias de Práticas aplicadas por Shove *et al.* (2012), esta pesquisa apresenta os seguintes objetivos específicos: i) elencar as proposições à A3P no tocante ao uso do recurso energia promovidas na organização em estudo; ii) averiguar se a adoção das normativas propostas pela A3P transformaram-se em práticas.

Dividindo-se em cinco seções, este estudo se inicia com a introdução, na segunda seção apresenta referencial teórico, na terceira seção trata da metodologia. Posteriormente, apresenta a análise e discussões dos resultados obtidos e, por fim, aborda as considerações finais.

2. Referencial teórico

Esta seção explora as bases teóricas concernentes à A3P e às teorias de práticas.

2.1. Agenda Ambiental na Administração Pública [A3P]

A A3P é um projeto do MMA surgido em 1999 com o intuito de revisão dos padrões produtivos e de consumo e da adoção de novos referenciais de sustentabilidade ambiental nas instituições da administração pública (MMA, 2009). Suas diretrizes, segundo o MMA (2009), são fundamentadas nas recomendações do Capítulo IV da Agenda 21, que orienta aos países a concepção de programas que se preocupem com a análise dos padrões insustentáveis de produção e consumo e a elaboração de políticas e estratégias nacionais que estimulem

mudanças nesses padrões (Federal, 1995).

Consoante o MMA (2013), a A3P objetiva despertar nos servidores o senso reflexivo perante os critérios de gestão socioambiental e conseqüente mudança de atitude e incorporação desses critérios nas suas atividades diárias. Além disso, são pretensões da A3P (MMA, 2013):

- a) sensibilização dos gestores públicos no tocante às questões socioambientais;
- b) promoção da utilização racional dos recursos naturais e redução de gastos na instituição;
- c) contribuição para que ocorra revisão dos padrões produtivos e de consumo e para a adesão à novos referenciais de sustentabilidade na esfera da administração pública;
- d) redução do impacto socioambiental negativo direto e indireto gerado no cumprimento das atividades administrativas e operacionais;
- e) contribuição para a melhoria da qualidade de vida.

Com o intuito de atingir essas pretensões, a A3P foi estruturada em cinco eixos temáticos prioritários constituídos por ações que visam a redução dos impactos socioambientais negativos (Figura 1):

Figura 1. Eixos Temáticos da A3P



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2009, p.36).

O primeiro eixo, que aborda o uso racional dos recursos naturais e bens públicos, incentiva usar racionalmente energia, água, madeira, papel, copos plásticos e outros materiais de expediente; o eixo dois lida com a redução do consumo e combate ao desperdício em primeiro lugar, para então buscar a destinação correta do resíduo gerado; o terceiro eixo, sobre a qualidade de vida no ambiente de trabalho, se propõe facilitar e satisfazer as necessidades do trabalhador no desenrolar de suas atividades na organização com ações para o desenvolvimento pessoal e profissional; o eixo que aborda a sensibilização e capacitação dos servidores tenciona a criação e consolidação da consciência cidadã da responsabilidade socioambiental nestes; o último eixo, de licitações sustentáveis, promove a compra de produtos e serviços com responsabilidade socioambiental (MMA, 2009).

A implantação da A3P em uma instituição parte da iniciativa de revisão das posturas, atitudes e *práticas internas* adotadas pelo órgão interessado (MMA, 2009). Essa iniciativa, conforme o MMA (2009), requer o engajamento individual e coletivo para que haja uma legítima mudança de hábitos, transformando, assim, o discurso teórico em ações palpáveis.

Dessa forma, a A3P pode ser tratada como proposta de uma inovação organizacional, onde os colaboradores devem normativamente adotar novas práticas de uso de equipamentos novos e antigos no ambiente de trabalho.

Para o engajamento dos indivíduos nas *práticas* desejadas pelas empresas, Bitencourt, Azevedo e Froehlich (2013) propõem que o claro posicionamento da organização quanto ao que ela é e seus objetivos permite que seus colaboradores avaliem de forma mais convicta quais são as boas práticas e de que forma elas devem ser praticadas, frente a isto propem-se as lentes das práticas.

2.2. *Teorias de práticas*

Schatzki (2005a) explana que não existe uma abordagem unificada para as práticas e isso se deve à pluralidade de áreas às quais os teóricos e acadêmicos do assunto pertencem e suas consequentes diferentes formas de pensar, com pontos convergentes e divergentes entre si. Mesmo diante dessa pluralidade, as considerações sobre as práticas se interligam “na crença de que fenômenos como conhecimento, significado, atividades, ciência, poder, linguagem, instituições sociais e transformações históricas ocorrem no âmbito das práticas e se apresentam como aspectos ou componentes deste campo.” (Schatzki, 2005a, p.11, tradução nossa).

Quando aborda o termo práticas, Schatzki (2005c) se refere a atividades humanas organizadas onde qualquer prática se constitui de uma série de ações espaciais e temporais organizadas e amplas. Essas ações podem ser exemplificadas em uma grande variedade de práticas como as políticas, no ato de cozinhar, nas atividades de lazer, bem como nas práticas religiosas. Schatzki (2005b) ressalta que essas atividades expõem duas dimensões usadas na definição de práticas: atividade e organização. O autor explana que o termo atividade se reporta à noção de prática como um conjunto de ações realizadas pelas pessoas (performance), e esse mesmo conjunto de ações constituintes de uma prática pode ser compreendido como fazeres e dizeres ou como as ações que esses fazeres e dizeres constituem (Schatzki, 2005b).

O termo organização, consoante Schatzki (2005b, 2005c), remete à estruturação do conjunto de ações que compõem uma prática, que se dá por três elementos fundamentais: entendimentos de como fazer as coisas, que se referem ao saber fazer as coisas que estão envolvidos em uma determinada prática; regras, as quais se tratam de formulações explícitas que estabelecem, exigem ou instruem como determinadas ações devem ser executadas, faladas, praticadas; e estruturas teleoafetivas, que consiste em um conjunto de objetivos, usos (das coisas) e até emoções que são aceitáveis ou previstas para os participantes da prática. Trata-se de uma junção da teleologia, que é uma orientação voltada para os fins, com a afetividade, que expressa a importância dada às coisas (Schatzki, 2005b). Ou seja, o complexo estruturante do conjunto de fundamentos constituintes da prática, quais sejam, os entendimentos, as regras e as estruturas teleoafetivas são os elementos que conferem organização aos fazeres e dizeres pertinentes a uma prática (Schatzki, 2005b). Esses fazeres e dizeres são compreensíveis tanto para o agente ou agentes que executam a prática, quanto para observadores em potencial, conforme Reckwitz (2002).

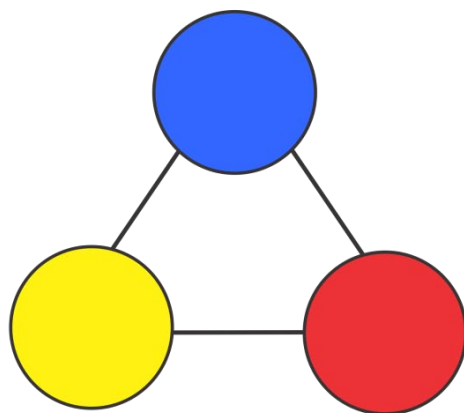
Autores que estudam práticas em consumo sustentável e práticas sustentáveis “operacionalizam” sua análise com três elementos, quais sejam, material, significado e competência/conhecimento prático (Reckwitz, 2002; Schäfer *et al.*, 2018; Shove *et al.*, 2012; Spurling, 2013; Süßbauer & Schäfer, 2018). Para Shove *et al.* (2012), esses três elementos se apresentam de forma interligada:

- a) materiais, constituídos pelos objetos, pela infraestrutura, pelas ferramentas, pela parte física dos equipamentos e pelo próprio corpo;
- b) significado, que envolve as atividades mentais, as emoções e o conhecimento motivacional;
- c) conhecimento prático, formado pelos entendimentos compartilhados sobre um bom e adequado desempenho e as competências necessárias a esse desempenho.

Baseando-se na obra de Shove *et al.* (2012), Süßbauer e Schäfer (2018) ilustram a combinação entre os três elementos constituintes da prática (Figura 2):

Figura 2. Três elementos constituintes da prática

Materiais: objetos, infraestrutura, ferramentas, parte física dos equipamentos e o próprio corpo



Significado: atividades mentais, emoções e o conhecimento motivacional

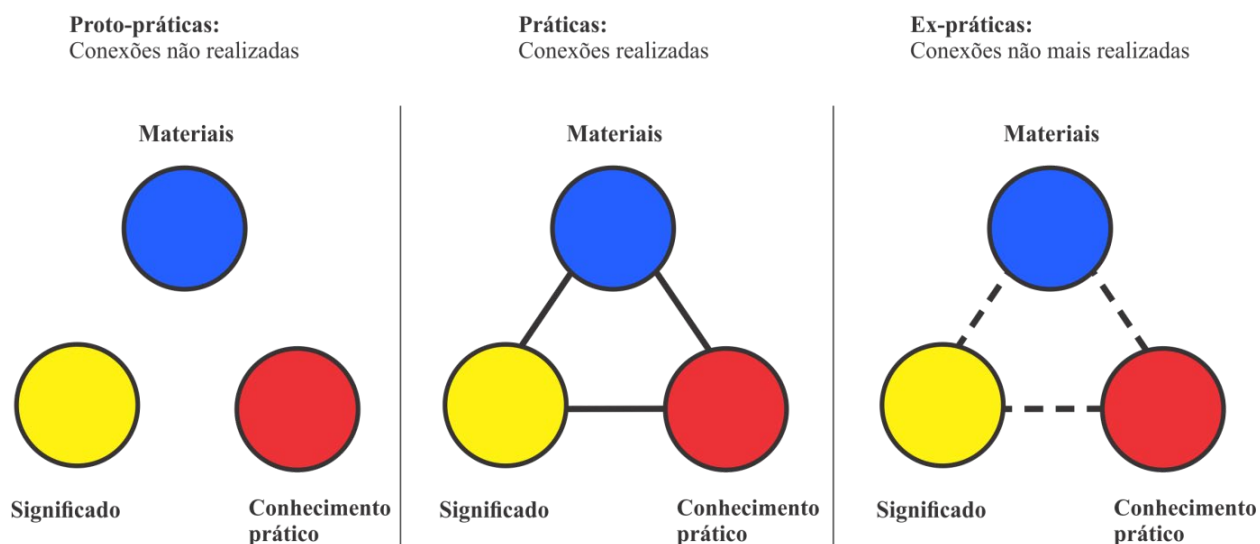
Conhecimento prático: entendimentos compartilhados sobre um bom e adequado desempenho e as competências necessárias a esse desempenho

Fonte: Adaptado por Süßbauer e Schäfer (2018, p. 330) da obra de Shove *et al.* (2012) e Spurling (2013).

Assim, uma prática social é formada pela interligação entre esses três elementos, que necessariamente devem existir e coexistir para que haja a prática, ademais, essa prática não pode se reduzir a somente um dos elementos (Reckwitz, 2002 como citado em Süßbauer & Schäfer, 2018). A performance das práticas, segundo Schäfer *et al.* (2018), depende da coevolução dos elementos que as compõem.

Bitencourt *et al.* (2013, p. 166) entendem que “as práticas são padrões reconhecidos, os quais, ainda que variem grandemente de acordo com o cenário em que são desempenhados, são reconhecíveis e, pela própria execução, se disseminam e se modificam constantemente, recursivamente.”. Essa ideia da possibilidade de mudança das práticas também é compartilhada por Süßbauer e Schäfer (2018), que ilustraram o ciclo de vida de uma prática fundamentando-se em Shove *et al.* (2012), como pode ser observado na Figura 3:

Figura 3. Estágios de vida de uma prática



Fonte: Adaptado por Süßbauer e Schäfer (2018, p. 331) da obra de Shove *et al.* (2012).

A “fase” de proto-práticas incorre na existência dos elementos constituintes da prática, embora eles ainda não estejam conectados, o estágio das práticas em si, no qual os elementos se combinam sistematicamente e, por fim, a fase de ex-práticas, na qual os elementos se desconectam uns dos outros (SÜßBAUER; SCHÄFER, 2018).

Salienta-se que a inexistência de um elemento impossibilita mesmo uma proto-prática, isto é, se não houver materialidade (material, infraestrutura), uma prática não pode se desenvolver. O mesmo ocorre na inexistência de um significado (como sustentabilidade), ou de como realizar a prática (como operar algum equipamento ou procedimento complexo para tal prática). Süßbauer e Schäfer (2018) ressaltam que a propagação do consumo sustentável como uma atividade significativa no ambiente organizacional aliada ao fornecimento de condições materiais de apoio e o conhecimento prático são condutas que devem compor uma estratégia sistemática de ecologização das corporações.

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo, cujo procedimento técnico adotado é o estudo de caso (Yin, 2005). Este estudo foi desenvolvido seguindo as etapas descritas adiante: i) definição da problemática a ser explorada e seus objetivos; ii) revisão da literatura; iii) elaboração dos roteiros de pesquisa para o diário de campo e de entrevista; iv) coleta dos dados; v) transcrição das gravações e sistematização dos dados; vi) análise dos dados coletados; vii) tratamento dos resultados; viii) elaboração das conclusões.

Optou-se por uma multiplicidade de técnicas de coletas de dados com o intuito de tentar observar e analisar as práticas sustentáveis referentes ao uso da energia sob diferentes perspectivas. A obtenção de informações se deu através de dados primários, extraídos da realidade estudada (Prodanov & Freitas, 2013), voltados especificamente para os fins da

pesquisa e por meio de dados secundários, explorados em publicações avulsas. Recorreu-se à técnica de observação participante (Martins & Theóphilo, 2009), que se fundamentou em entrevistas junto a um grupo focal de funcionários da NUTEC aliadas aos registros em diário de campo para anotações, comentários e reflexões acerca do âmbito estudado (Falkembach, 1987, citado por Gerhardt & Silveira, 2009), e à investigação documental. As anotações em diário de campo são provenientes da observação participante, ocorrida no período de maio a outubro de 2018. O roteiro do questionário aplicado no grupo focal seguiu um padrão de questões abertas onde os entrevistados foram estimulados a dissertarem livremente durante toda a sua aplicação ocorrida no final do mês de outubro de 2018 e contou com questionamentos baseados nas práticas de uso racional de energia promovidas pela instituição. As anotações coletadas através dessas técnicas se referem aos elementos materiais, significado e conhecimento prático/competência (Schäfer *et al.*, 2018; Shove *et al.*, 2012; Spurling *et al.*, 2013; Süßbauer & Schäfer, 2018) das práticas referentes ao uso racional de energia, explicitados adiante na Tabela 1:

Tabela 1 – Relação dos elementos das práticas observados e estrutura dos questionamentos conforme a ação da A3P referente ao uso racional de energia adotada pelo órgão em estudo

Eixo da A3P	Ação da A3P adotada pelo órgão	Elementos		
		Material	Significado	Conhecimento prático/Competência
1. Uso racional dos recursos naturais e bens públicos	Uso racional de energia	Existência de interruptores de fácil acesso para o desligamento das luzes.	Significado ambiental do ato de apagar as luzes.	Os entrevistados sabem como proceder para ligar/desligar as luzes.
		Fácil acesso aos botões de ligar/desligar e regulagem dos ares condicionados.	Significado ambiental do ato de desligar o ar condicionado.	Os entrevistados sabem como proceder para ligar / desligar / regular o ar condicionado.
		Fácil acesso para o desligamento de computadores.	Significado ambiental do ato de desligar o computador.	Os entrevistados sabem como proceder para ligar/desligar o computador ou deixar no modo <i>stand by</i> .

Fonte: Elaboração própria.

Os dados obtidos na entrevista foram transcritos e, juntamente com as informações coletadas na observação participante, foram tratados e analisados conforme análise categorial proposta por Bardin (2011, p. 201), que se dá “por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos.”.

4. Análise e discussão dos resultados

Nesta seção será apresentado o órgão estudado e as práticas de uso de energia detectadas. Adiante, essas práticas serão analisadas sob a ótica dos elementos constituintes das práticas, entremeadas pela discussão dos resultados e sinopse das descobertas.

4.1. Sobre a NUTEC e as práticas de uso racional de energia

A NUTEC é uma entidade pública cuja missão é “Desenvolver pesquisas e tecnologias inovadoras e prestar serviços técnicos especializados para o governo, indústria e sociedade, viabilizando soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável” (Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará, 2018). Em abril de 2018 foi elaborado o plano de trabalho para estruturar e dar início ao processo de implantação da A3P e em julho do mesmo ano celebrou-se o termo de adesão da fundação ao programa (BRASIL, 2018).

A partir das informações extraídas das publicações avulsas referentes à A3P, visando atender o primeiro objetivo específico da pesquisa, de elencar as práticas referentes à A3P no tocante ao uso do recurso energia promovidas na organização, foram relacionadas as ações da A3P adotadas na NUTEC e distribuídas conforme categorização estabelecida na cartilha A3P disponibilizada pelo MMA (2009), presentes na Tabela 2:

Tabela 2 – Relação das práticas da A3P referentes ao uso racional de energia promovidas pela NUTEC

Eixo da A3P	Ação da A3P adotada pelo órgão	Novas Práticas “promovidas”/propostas
1. Uso racional dos recursos naturais e bens públicos	Uso racional de energia	Desligar as lâmpadas dos ambientes que não estiverem em uso.
		Ligar os ares condicionados uma hora após o início do expediente, desliga-los uma hora antes do final do expediente.
		Desligar o computador quando não estiver em uso, deixar o computador em modo <i>stand by</i> quando passar mais de cinco minutos sem utilizá-lo.

Fonte: Elaboração própria.

Com as práticas elencadas, buscou-se verificar se estas possuem material, significado e conhecimento prático/competência, visando identificar se existe a interligação entre esses três elementos, condição necessária para que haja a prática, conforme o referencial teórico abordado (Reckwitz, 2002; Shove *et al.*, 2012; Süßbauer & Schäfer, 2018). A verificação desses elementos ocorreu através da observação participante na rotina organizacional da NUTEC aliada à condução do grupo focal junto aos colaboradores dos setores administrativo e financeiro da instituição.

Na fase inicial do encontro do grupo focal, anterior à aplicação do questionário, ocorreu uma apresentação explicativa da pesquisa e assinatura do termo de consentimento e participação. Após o questionário, ocorreram conversas informais com o grupo focal que espontaneamente acrescentaram informações referentes ao que foi discutido no encontro. Os entrevistados foram codificados para preservar o anonimato e facilitar a apresentação dos trechos das entrevistas utilizados na demonstração dos resultados. Utilizou-se da letra “E” seguida de um número, que foi de um a quatro, correspondente ao quantitativo de entrevistados e se encontram explícitos na Tabela 3 com seus respectivos perfis demográficos:

Tabela 3. Perfil demográfico dos entrevistados no grupo focal

Código	Idade	Sexo	Nível de escolaridade	Estado civil	Tempo na organização
E1	23	masculino	ensino médio completo	casado	5 anos
E2	23	feminino	superior incompleto	solteira	1 ano

E3	56	feminino	ensino médio completo	solteira	1 ano
E4	37	feminino	ensino médio completo	casada	8 anos

Fonte: Elaboração própria.

A partir da análise do perfil demográfico do grupo focal (Tabela 3), constata-se a predominância de mulheres no grupo entrevistado e de nível escolar do ensino médio completo. O estado civil se comportou com dois dos entrevistados encontrando-se solteiros e os outros dois estão casados. A idade varia de 23 a 56 anos e o tempo de atuação na instituição dos entrevistados foi de um ano para metade destes e de 5 e 8 anos para os outros dois entrevistados.

No tocante à primeira prática, os trechos dispostos na Tabela 4 revelam que o ato de desligar as lâmpadas do ambiente de trabalho dos entrevistados apresenta materialidade comprometida, já que, dos quatro interruptores existentes, um deles, que compete às lâmpadas centrais dos setores explorados, não se encontra de fácil acesso para alguns dos praticantes da ação. Süßbauer e Schäfer (2018) afirmam que, para ecologizar o ambiente de trabalho, deve-se incluir condições materiais que dêem suporte a essa ação. Os questionados entendem que esta prática, em termos ambientais, se relaciona com a economia de energia e a preservação do meio ambiente. Para Dantsiou e Sunikka-Blank (2015), o entendimento sobre a energia é importante para verificar a capacidade de economizá-la. Já em termos de conhecimento prático, todos sabem onde ficam as tomadas.

Tabela 4. Relação de práticas da A3P promovidas na NUTEC de uso racional de energia e trechos das fontes primárias relacionadas às práticas abordadas

Práticas promovidas na NUTEC	Elementos constituintes das práticas		
	Material	Significado	Conhecimento prático/Competência
1. Desligar as lâmpadas dos ambientes que não estiverem em uso.	DC: Três dos quatro interruptores do setor explorado são de fácil acesso. Um deles, que é o que apaga as lâmpadas centrais, se encontra acima de um armário, dificultando o ato de acender e apagar as luzes para pessoas de estatura abaixo de 1,55 metros.	E2: [...] diminuí os custos da empresa em relação à conta de energia, economicidade , mas também pensando na preservação do meio ambiente . E1: E3: Economia de energia E4:	E1: Sim ((têm conhecimento do local das tomadas)) E3: E4: E2: Sim, eu sei. ((onde ficam as tomadas))
2. Ligar os ares condicionados uma hora após o início do expediente, desliga-los uma hora antes do final do expediente.	DC: O processo de ligar e desligar os ares condicionados e a regulagem da temperatura é feito mediante dois controles disponíveis em dispositivos acoplados na parede, o que significa que é de fácil acesso. No entanto, às vezes, um dos funcionários esquece o controle em cima da própria mesa. As portas e janelas dos ambientes são fechadas quando os ares condicionados são ligados.	E4: Eu acho que o maior fator foi isso aí, a questão da:, da economia . E1: Que aí não vai acabar os recursos naturais, sem economizar a energia, acaba mais rápido , né? E2: [...] também causa econo/, é:: a preservação do equipamento . Porque quanto você consumir menos desses equipamentos, eu acredito que seja melhor .	E3: Eu acho. ((fácil desligar e regular o ar condicionado)) E1: E2: Sim ((sabem como ligar/desligar e regular os ares condicionados)) E4:

<p>3. Desligar o computador quando não estiver em uso, deixa-lo em modo <i>stand by</i> quando passar mais de cinco minutos sem utilizá-lo.</p>	<p>DC: Os botões de ligamento e desligamento de computadores são de acesso fácil aos seus usuários. Os computadores são programados pelo setor de TI para entrarem no modo descanso de tela após 10 minutos sem utilização, caso os colaboradores esqueçam de deixar no modo <i>stand by</i>.</p>	<p>E3: Também, né, economia, né? Sem dúvida. ((Todos fazem sinal afirmativo com a cabeça concordando com E3))</p> <p>E2: [...] desligar o computador, pro meio ambiente, talvez seja a preservação do equipamento pra não ter que comprar [...] equipamentos de informática que não funcionam mais e não tem um descart/ um descarte correto pra eles, consequentemente pode é: poluir o meio ambiente. Então eu acho que tá nessa relação também.</p>	<p>E2: Stand by é só desligar a tela e bloquear, né?</p> <p>E1: É e desligar, desliga total, né?</p> <p>E3: Até o estabilizador e tudo.</p> <p>E3: [...] Na hora do almoço, por exemplo, eu deixo no stand by.</p> <p>E3: Mas desliga tudo quando já vai embora, né?</p> <p>E1: É.</p>
---	--	---	--

Fonte: Elaboração própria

A segunda prática (Tabela 4), relacionada ao ligamento e desligamento dos ares condicionados e regulagem da temperatura, possui mecanismos de materialidade que permitem facilmente a ocorrência dessa prática, embora o comportamento de um dos colaboradores às vezes a dificulte. As portas e janelas dos ambientes são fechadas sempre que os ares condicionados são ligados. O significado ambiental dessa prática é visto como uma forma de economia de energia, além da preservação do equipamento estar relacionada de forma positiva ao meio ambiente. Todos afirmaram ter conhecimento prático para exercer essa prática. A prática que trata do ligamento e desligamento do computador e sua manipulação para o modo *stand by* apresenta elementos materiais favoráveis e, mesmo no caso de esquecimento em deixar no modo de descanso, os aparelhos encontram-se programados para entrar nesse modo após dez minutos sem utilização. Os entrevistados atribuem a essa prática o significado ambiental de economia, preservação do equipamento para reduzir o consumo, além do incorreto descarte estar relacionado à poluição do meio ambiente. Os entrevistados apresentam noção dessa prática, inclusive explicam o momento ideal e as diferenças entre ligar, desligar e deixar no modo *stand by*.

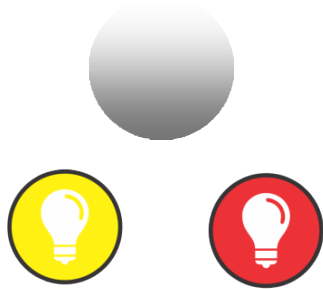
Dessa forma, ficou exposto em quais estágios de vida de uma prática (Shove *et al.*, 2012 como citado em Süßbauer & Schäfer, 2018) as práticas promovidas pela instituição no tocante ao uso de energia se encontram (Figura 4):

Figura 4. Estágios de vida das práticas referentes ao uso racional de energia

1. Desligar as lâmpadas dos ambientes que não estiverem em uso.

Proto-prática: Conexão ainda não realizada.

Material: nem todos os interruptores são de fácil acesso



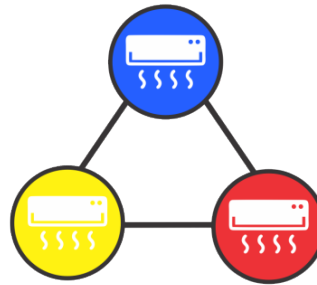
Significado: economia de energia, preservação do meio ambiente

Conhecimento prático: entendimento de como proceder para apagar as luzes estabelecido

2. Ligar os ares condicionados uma hora após o início do expediente, desligá-los uma hora antes do final do expediente.

Prática: Conexão realizada.

Material: controles dos ares condicionados são de fácil acesso



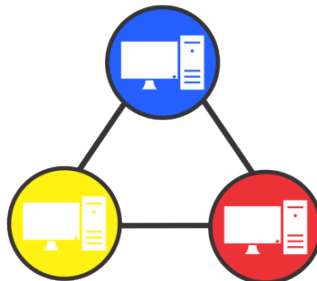
Significado: economia de energia, preservação do equipamento = relação positiva com o meio ambiente

Conhecimento prático: entendimento de como ligar e desligar os ares condicionados realizado

3. Desligar o computador quando não estiver em uso, deixa-lo em modo *stand by* quando passar mais de cinco minutos sem utilizá-lo.

Prática: Conexão realizada.

Material: botões de ligar / desligar são de fácil acesso, os computadores são programados para entrarem em modo de espera



Significado: economia, preservação do equipamento é vista como redução de consumo, descarte incorreto = poluição do meio ambiente

Conhecimento prático: entendimento de como proceder para desligar o computador e deixá-lo no modo *stand by*

Fonte: Elaboração própria baseado em Süßbauer e Schäfer (2018).

Os resultados da análise demonstram que, das três práticas referentes ao uso racional da energia detectadas na pesquisa de campo, uma demonstra deficiência do elemento material, o que impede a concretização dessa prática e a enquadra na fase de proto-prática, enquanto que as outras duas práticas apresentam os três elementos constituintes das práticas e, assim, elas apresentam todos os elementos necessários para a conexão dos elementos e consequente estabelecimento da prática. Dessa forma, os resultados enfatizam a necessidade de se trabalhar o elemento material para que a prática sustentável promovida que se encontra comprometida possa se estabelecer na instituição.

5. Conclusões

A averiguação dos elementos das práticas foi um dos procedimentos utilizados para atender o objetivo principal deste estudo, de investigação da adesão dos colaboradores da NUTEC às práticas da A3P referentes ao uso racional da energia promovidas na instituição, usando as lentes das Teorias de Práticas aplicadas por Shove *et al.* (2012). Por meio de técnicas da análise qualitativa, direcionou-se a pesquisa através da identificação e categorização das práticas socioambientais dentro do uso do recurso energia, que pertence ao eixo 1 da A3P correspondente ao uso racional dos recursos naturais e bens públicos.

Os resultados da etapa de catalogação e categorização das práticas socioambientais identificadas foram evidenciados através de um quadro que embasou o roteiro do questionário aplicado e os tópicos considerados na observação participante. A análise permitiu verificar que, das três práticas referentes ao recurso energia elencadas, uma apresenta o elemento material comprometido.

Nas limitações, tem-se a realização da entrevista a uma categoria muito específica, o que pode restringir a análise à visão do grupo investigado. Outro fator limitante foi a realização da análise de somente um dos eixos da A3P, já que ela apresenta cinco eixos no total.

Esta pesquisa busca dar sua contribuição para as pesquisas desenvolvidas no tocante às práticas de uso do recurso energia pela ótica das teorias de práticas. O modelo aplicado por Shove *et al.* (2012) poderá ser utilizado como referência de análise em novos estudos.

Pretende-se também contribuir na identificação de fatores a serem trabalhados pelo órgão estudado para que a prática socioambiental de uso do recurso energia que ainda não se comporte em sua plenitude atinja o estágio de prática. É necessária a tomada de decisões gerenciais que culminem na melhoria e/ou estabelecimento de elementos materiais em uma de suas práticas.

Propõem-se periódicas checagens dos elementos constituintes das práticas promovidas pela instituição para que se evite que a ação da A3P em estágio de prática incorra na fase de ex- prática, além de se estender essa checagem para outras práticas socioambientais promovidas.

Sugere-se a replicação da metodologia para análise do comportamento dos elementos constituintes das práticas em diferentes organizações públicas. Pode-se explorar também o comportamento dos elementos das práticas sustentáveis nos outros eixos da A3P. Ou ainda, num estudo com um público mais amplo, buscar analisar o comportamento das práticas sustentáveis em diferentes categorias demográficas.

6. Referências

- Avelino, F., & Wittmayer, Julia M. (2016). Shifting Power Relations in Sustainability Transitions: A Multi-actor Perspective. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 18(5), 628–649. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2015.1112259>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bispo, M. (2013). Estudos baseados em prática: conceitos, história e perspectivas. *Revista Interdisciplinar de Gestão Social*, 2(1), 13-33.
- Bitencourt, C., Azevedo, D. & Froehlich, C. (2013). *Na trilha das competências: caminhos possíveis no cenário das organizações*. Porto Alegre: Bookman Editora.
- Bourdieu, P. (2011). *Razões práticas: Sobre a teoria da ação* (11a ed). Campinas, SP: Papirus.
- BRASIL. Extrato de Adesão, de 31 de julho de 2018. (2018). *Diário Oficial da União*. Seção 3, nº 146, p. 126.
- Cohen, M. J., Brown, H. S., & Vergragt, P. J. (Eds.). (2013). *ADVANCES IN ECOLOGICAL*

- ECONOMICS. Innovations in Sustainable Consumption: New Economics, Socio-technical Transitions and Social Practices.* Cheltenham UK: Edward Elgar.
- Dosi, G. (2006). *Mudança técnica e transformação industrial: A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Clássicos da inovação.* Campinas: Unicamp (Original work published 1984).
- Federal, B. S. (1995). *Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21.* Brasília: Coordenação de Publicações
- Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (2018). *Identidade Organizacional.* Recuperado em 12 outubro, 2018, de <http://www.nutec.ce.gov.br/identidade-organizacional/>
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. *Research Policy*, 33(6-7), 897– 920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Gerhardt, T. E. & Silveira, D. T. (2009). *Métodos de pesquisa.* Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Giddens, A. (1984). *Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration.* Berkeley: University of California Press.
- Grin, J., Rotmans, J., & Schot, J. W. (Eds.). (2011). *Routledge studies in sustainability transitions. Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change.* New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Hargreaves, T. (2011). Practice-ing behaviour change: Applying social practice theory to pro-environmental behaviour change. *Journal of Consumer Culture*, 11(1), 79–99. <https://doi.org/10.1177/1469540510390500>
- Haxeltine, A., & Seyfang, G. (2009). Transitions for the People: Theory and Practice of „Transition“ and „Resilience“ in the UK’s Transition Movement. *Tyndall Working Paper*, 134.
- Loorbach, D. A. (2010). Transition Management for Sustainable Development:: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance: an International Journal of Policy, Administration and Institutions*, 23, 161–183.
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Martins, G. A. & Theóphilo, C. R. (2009). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas* (2ª ed). São Paulo: Atlas.
- Ministério do Meio Ambiente (2009). *Cartilha A3P: Agenda ambiental na administração pública.* Brasília: MMA. Recuperado em 29 julho, 2018, de http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/cartilha_a3p_36.pdf
- Ministério do Meio Ambiente (2013). *Curso de capacitação: sustentabilidade na administração pública.* Brasília: MMA. Recuperado em 29 julho, 2018, de http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/Apostila%20-%20Curso%20A3P%20-%202013_.pdf
- Ministério do Meio Ambiente (2011). *Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis – PPCS.* Brasília: MMA. Recuperado em 29 julho, 2018, de <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/plano-nacional>
- Palhares, J. C. P., Oliveira, V. B. V., Freire, M., Jr., Cerdeira, A. L., & Prado, H. A. (2018). *Consumo e produção responsáveis: contribuições da Embrapa.* Brasília: Embrapa.
- Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. (2013) *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico* (2a ed). Novo Hamburgo: Freevale.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2012). *ABC do CPS: esclarecendo conceitos sobre consumo e produção sustentável.* Paris: PNUMA.
- Reckwitz, A. (2002). Toward a theory of social practices: A development in culturalist theorizing. *European journal of social theory*, 5(2), 243-263. <https://doi.org/10.1177/13684310222225432>
- Schäfer, M., Hielscher, S., Haas, W., Hausknost, D., Leitner, M., Kunze, I. & Mandl, S. (2018). Facilitating low- carbon living? A comparison of intervention measures in different community-based initiatives. *Sustainability*, 10(4), 1047, 2018.
- Schäpke, N., Omann, I., Wittmayer, Julia, van Steenberg, F., & Mock, M. (2017). Linking Transitions to Sustainability: A Study of the Societal Effects of Transition Management. *Sustainability*, 9(5), 737. <https://doi.org/10.3390/su9050737>
- Schatzki, T. R. (2005a). Introduction: Practice Theory. In: T. Schatzki, K. Cetina & E. Von Savigny. (Orgs.). *The practice turn in contemporary theory.* London: Routledge.
- Schatzki, T. R. (2005b). Practice mind-ed orders. In: T. Schatzki, K. Cetina & E. Von Savigny. (Orgs.). *The practice turn in contemporary theory.* London: Routledge.
- Schatzki, T. R. (2005c). Peripheral Vision: The Sites of Organizations. *Organization Studies*. 26(3) 465-484

- Recuperado em 02 abril, 2018 de <https://doi.org/10.1177/0170840605050876>.
- Seebode, D., Jeanrenaud, S., & Bessant, J. (2012). Managing innovation for sustainability. *R&D Management*, 42, 195–206.
- Shove, E., Pantzar, M. & Watson, M. (2012). *The dynamics of social practice: Everyday life and how it changes*. California: Sage.
- Smith, A., Voß, J.-P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4), 435–448. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>
- Spaargaren, G. (2013). A cultural dimension of sustainable consumption practices: An exploration on theory and policy. In M. J. Cohen, H. S. Brown, & P. J. Vergragt (Eds.), *ADVANCES IN ECOLOGICAL ECONOMICS. Innovations in Sustainable Consumption: New Economics, Socio-technical Transitions and Social Practices* (pp. 229–251). Cheltenham UK: Edward Elgar.
- Spaargaren, G. (2011). Theories of practices: Agency, technology, and culture: Exploring the relevance of practice theories for the governance of sustainable consumption practices in the new world-order. *Global Environmental Change*, 21(3) 813-822.
- Spurling, N., Mcmeekin, A., Shove, E., Southerton, D. & Welch, D. (2013). Interventions in practice: re-framing policy approaches to consumer behaviour. 2013. Recuperado em 08 outubro, 2018, de <http://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/85608>
- Süßbauer, E. & Schäfer, M.(2018). Greening the workplace: conceptualising workplaces as settings for enabling sustainable consumption. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 12(3), 327-349.
- Warde, A. (2005). Consumption and theories of practice. *Journal of Consumer Culture*, 5(2), 131-153. Recuperado em 21 janeiro, 2019, de <http://doi:10.1177/1469540505053090>
- Wieczorek, A. J. (2018). Sustainability transitions in developing countries: Major insights and their implications for research and policy. *Environmental Science & Policy*, 84, 204–216. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.08.008>
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. (3a ed). Porto Alegre: Bookman.

A cidade como ambiente colaborativo de inovação: um estudo a partir do planejamento participativo “Fortaleza 2040”

Bruna De Sousa Felix
Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos Sociais Aplicados,
Brasil brunasousafelix@hotmail.com

Jeová Torres Silva Júnior
Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Sociais Aplicadas,
Brasil jeova.torres@ufca.edu.br

Claudio Ricardo Gomes De Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
crgomeslima@gmail.com

Resumo

Visando minimizar os problemas urbanos existentes, a prefeitura municipal da cidade de Fortaleza deu início a formulação do planejamento “Fortaleza 2040”, um instrumento cujo propósito é orientar o desenvolvimento da cidade, fazendo frente a necessidade de enfrentar os atuais problemas e oportunidades urbanas, integrando ações das diversas políticas públicas. A visão de futuro para Fortaleza, dentro desta temática, é ser no ano de 2040 uma cidade inteligente e inovadora. Desta forma, o objetivo do trabalho consiste em perceber como o planejamento "Fortaleza 2040" projeta a cidade como ambiente colaborativo de inovação. Para isso, o percurso metodológico consistiu em uma pesquisa integralmente qualitativa, sendo realizada entrevistas com dois grupos: os cidadãos que elaboraram o “Plano Fortaleza 2040” e com os que conhecem o plano, mas não participaram da sua elaboração. Para análise de dados qualitativos, utilizou-se o software denominado Atlas.ti v7.5.4 e após as transcrições e a categorização das entrevistas, percebeu-se a presença de atributos, como: participação cidadã, transparência, acesso a dados governamentais e criação de valor. Conclui-se que foi possível perceber uma congruência entre a percepção dos elaboradores do plano e a visão de futuro. Evidencia-se, porém, que esta congruência não se dá apenas entre os pares (elaboradores do plano), mas, também, no âmbito da literatura abordada, o que torna a visão de futuro do plano coesa e consistente. Destaca-se que a lente teórica da inovação e da economia do compartilhamento mostrou-se apropriada para a compreensão do objeto elegido para estudo, pois permitiu uma análise a partir da escuta ao outro sobre suas percepções a respeito do vivido no contexto do planejamento participativo “Fortaleza 2040”. Percebe-se que este se apresentou como um relevante instrumento para a gestão da cidade, além de permitir para a pesquisa uma análise de conteúdo do objeto com profundidade.

Palavras-chaves

Gestão de Cidades; Cidades Inteligentes; Inovação.

1. Introdução

Com o célere crescimento e urbanização, as cidades tornaram-se ecossistemas sociais complexos, onde assegurar o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida passaram a ser preocupações essenciais. Ademais, a urbanização desordenada, que assola os municípios despreparados para atender às necessidades básicas dos migrantes, causa uma série de problemas sociais e ambientais. Dentre eles, destacam-se o desemprego, a criminalidade, a favelização e a poluição do ar e da água.

Os números do Censo Demográfico confirmam a tendência crescente de aumento da urbanização no Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2010). O contingente de população urbana, que correspondia a 137,9 milhões de habitantes em 2000, no último Censo, atingiu 160,9 milhões. Por seu turno, a população rural passou de 31,8 milhões em 2000, para 29,8 milhões em 2010. O Brasil deixa de ser um país de características rurais para caminhar no sentido de um país mais urbanizado (Ibge, 2010). Essa configuração pode gerar problemas intensos para a gestão urbana, os quais se manifestam nas mais diversas formas, tais como em assentamentos subnormais em situação fundiária não regularizada, onde o acesso à infraestrutura urbana é muito restrito e as instalações sanitárias, condições de habitação e qualidade de vida são precárias (Netto et al., 2009).

Faz-se necessário, portanto, o desenvolvimento de novas estratégias que permitam o alcance de uma melhor performance das cidades e da sua sustentabilidade. Para isso, existe uma sucessão de projetos desenvolvidos com o intuito de transformar o espaço urbano em um ambiente onde os cidadãos, empresas e governo possam, de forma eficaz, ter acesso a recursos e serviços (Letaifa, 2015). Ademais, uma importante característica das cidades é que essas representam terreno fértil para as ciência, tecnologia, inovação, cultura e criatividade individual e coletiva, uma vez que oferecem proximidade, densidade e variedade (Athey et al., 2008), encontrando-se como um ambiente de promoção de contatos entre os diferentes atores e da formação de redes, chegando a ser considerados verdadeiros palcos para a inovação.

Nesse sentido, prevalece a colaboração que, para Cohen e Kietzmann (2014), representa uma relevante base para a emergente “economia do compartilhamento” como um exemplo deste potencial, particularmente explorado no contexto das cidades. Segundo Câmara et al. (2017), outra característica importante é a de variedade de competências que, uma vez instaladas na cidade ou região, devem servir de apoio para o processo de seleção e exploração daquelas mais relevantes e que poderão melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Tukiainen e Sutinen (2015) apontam a inovação e a colaboração como oportunidades para alcançar um melhor desempenho na economia das cidades.

Acerca do ambiente urbano, o foco desse estudo dirige-se para os relacionamentos, como a colaboração, que motivam e incitam o desenvolvimento de inovações em cidades. Além das relações entre os indivíduos envolvidos com a inovação, um ambiente propício também se faz necessário. Com essas considerações e por meio do entendimento dos conceitos relacionados com o processo colaborativo no campo das cidades, tais quais Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation, é possível revelar como um ambiente urbano colaborativo pode evolutivamente se tornar e permanecer inovador. Assim, empresas, cidadãos, universidades e governos dependem de um ambiente urbano rico e fluido em diversidade de conhecimento, que impere a colaboração e que os movimentos em rede sejam relevantes (Pires & Pikres, 2016).

No caso da cidade de Fortaleza, locus desse estudo, a velocidade com que se deu o

crescimento demográfico foi sinônimo de dificuldade. Sendo, portanto, necessário a criação de um planejamento urbano participativo “Fortaleza 2040”, um instrumento cujo objetivo é orientar o desenvolvimento da cidade e tem como visão de futuro torná-la inteligente e inovadora até o ano de 2040. Sob a perspectiva da Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation, esta pesquisa tem como pressuposto inicial que a cidade será mais inovadora, quanto mais estreita for a relação entre esses construtos.

A realização de um estudo desta natureza torna-se importante, pois avança em direção a superar a existência de uma lacuna teórica que investigue os temas de inovação e economia do compartilhamento na dimensão do planejamento urbano participativo, além de compreender como a literatura está sendo tratada em um contexto prático. Desta forma, a questão de pesquisa deste trabalho é: como o planejamento "Fortaleza 2040" projeta a cidade como ambiente colaborativo de inovação? O plano preconiza uma ampla participação da sociedade no desenvolvimento e elaboração de suas ações. Assim sendo, o objetivo geral deste trabalho consiste em perceber como os temas de inovação e compartilhamento são incorporados ao “Plano Fortaleza 2040” para alcançar a visão de futuro proposta.

2. Marco teórico de análise

Frequentemente a inovação é associada como elemento que só pode ser implementado na iniciativa privada e em empresas que contam com recursos para investir em pesquisas e desenvolvimento. Acredita-se que o setor público lida diariamente com escassez de tecnologia e recursos humanos e, portanto, não é capaz de ser continente de inovação. No entanto, é justamente nesse cenário de limitação financeira e demandas crescentes que a inovação surge para "entregar" mais com menos recursos, principalmente em fases de recessão econômica. A literatura que aborda as cidades como ambientes de inovação vem evoluindo há décadas em seus conceitos e construtos, seja na escala de grandes centros metropolitanos (Duranton; Puga, 2001; Simmie, 2001), na perspectiva de bairro (Florida, 2008; Hutton, 2009), ou de sistemas de cidades globais em grande escala (Komninos, 2009; Snyder; Wenger, 2010), sendo muitos desses trabalhos análises de processos de inovação que ocorrem nas cidades.

Segundo Glaeser (2011), um tema abrangente e constante na literatura é de que as empresas recorrem ao ambiente externo para inovar; esse ambiente tende a ser mais rico, mais intensivo em conhecimento, mais diversificado e mais especializado em áreas urbanas do que em áreas não urbanas. Assim, as cidades são propícias para os processos de inovação e isso é apoiado por uma variedade de diferentes tipos de evidências, tratando-se uma delas de que novos produtos no mundo tendem a ser introduzidos por empresas sediadas nas grandes cidades (Audretsch; Feldman, 1996). Além disso, as cidades concentram o talento criativo em instituições como universidades e laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (Florida, 2002). As inovações produzidas, muitas vezes, só atingem seu pleno potencial comercial se são desenvolvidas e comercializadas em uma grande cidade, assim, pelo menos o aparente sucesso das cidades na promoção de inovações pode ser a capacidade de desenvolvê-las e comercializá-las e não somente concebê-las.

Nessa perspectiva, a colaboração e o compartilhamento emergem por meio do que é exposto nas abordagens da Open Innovation (Inovação Aberta), Open Science (Ciência Aberta) e Citizen Science and Innovation (Ciência e Inovação Cidadã), sendo estas possíveis ferramentas de auxílio na criação de um ambiente colaborativo de inovação em cidades. A Open Innovation é definida como o fluxo de entradas e saídas intencionais de conhecimento

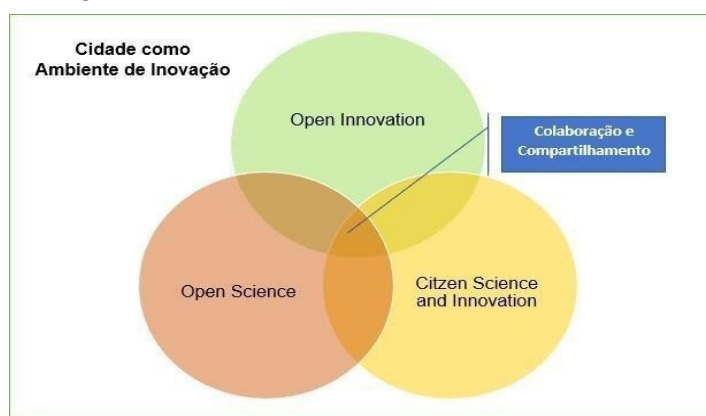
para acelerar os processos de inovação interna e ampliar os mercados para o seu uso externo, respectivamente (Chesbrough, 2006). De modo complementar, a Inovação Aberta pode ser entendida como a iniciativa dos sujeitos em trocar conhecimento com demais organizações no desenvolvimento de inovações (Dahlander; Gann, 2010). Wang (2012) expõe que o modelo de “inovação aberta” representa uma ruptura de valores, na qual o conhecimento passa a ser adquirido por meio de parceiros que em conjunto adquirem competências necessárias à inovação em virtude de sua complementaridade. Dessa forma, as empresas devem compartilhar suas ideias e buscar parcerias com centros de pesquisas, universidades, startups, empresas parceiras, entre outros.

A Open Science representa uma nova abordagem do processo científico baseado no trabalho cooperativo e nas novas formas de difusão do conhecimento. De acordo com Merton (1979), a ciência é resultado da colaboração social e, por isso, está destinada à comunidade. Os resultados das pesquisas não pertencem exclusivamente aos cientistas, mas à sociedade como um todo. Para Albagli (2015, p. 15), a Open Science “[...] passa a constituir um amplo termo, que inclui acesso livre ao conhecimento científico”. Vale salientar que, ao buscar o entendimento da Ciência Aberta, é relevante ir além dos mecanismos de acesso e reuso. Nielsen (2011) complementa que a Open Science trata de compartilhar todos os conhecimentos científicos desde o início de sua descoberta.

Já a Citizen Science and Innovation, segundo Bonney et al. (2009), é um tipo de prática baseada na participação, consciente e voluntária, de cidadãos que geram e analisam dados e compartilham o seu conhecimento. Para Irwin (1998), a Ciência e Inovação Cidadã não se limitam a respostas à resolução universal de problemas, mas tem em conta os contextos em que os problemas são gerados, que dão voz aos cidadãos, que valorizam os conhecimentos empíricos da população e que ultrapassam fronteiras entre laboratório e sociedade.

Diante do exposto, a Figura 1 apresenta o framework dos conceitos que forma o marco teórico desta pesquisa. Nela, percebe-se que na interseção das abordagens de Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation encontra-se a colaboração e o compartilhamento promovendo um ambiente colaborativo de inovação em cidades. Murray, Caulier-Grice e Mulgam (2010) acrescentam que essa colaboração possibilita a criação de um maior valor público para a sociedade.

Figura 1. Framework conceitual do marco teórico



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Para Torres (2004), um importante mecanismo de inovação e compartilhamento na administração pública é a experiência positiva obtida por meio do orçamento participativo, adotado em várias cidades brasileiras nas últimas décadas. A partir desta sistemática, parte dos recursos de investimentos das prefeituras é colocado para a discussão junto à população interessada, que decide quais são as obras prioritárias para aquela cidade. Essa política abriu espaço para soluções inovadoras de aplicação do dinheiro público.

Nota-se, portanto, uma valorização da participação do cidadão nas decisões coletivas (Fischer, 1992; Torres, 2004) e, nessa produção, defende-se a descentralização das políticas públicas como uma forma de garantir efetividade, eficiência e eficácia nas ações estatais. Um dos fundamentos teóricos das políticas de descentralização consiste, exatamente, na vantagem de aproximar o formulador/executor e a população atingida pelas políticas públicas, o que garante maior capacidade de controle social (Torres, 2004), isto é, transparência, participação e a proposição de soluções inovadoras para os problemas.

Dutton (2011) reforça essa afirmação ao considerar que os cidadãos também têm o potencial de serem especialistas em questões específicas. Alguns cidadãos têm mais experiência do que outros, ou, ainda, podem possuir conhecimentos especializados e/ou experiência particular relevante para um determinado assunto. Vistos como especialistas, o desafio para o governo não é apenas consultá-los sobre questões públicas. A proposta seria encontrar peritos na matéria, com base no mérito e em um espírito de voluntarismo, que estejam dispostos a contribuir.

Esses novos papéis aparentemente poderiam promover um tipo de cidadãos inovadores, com base na abordagem de Citizen Science, que desejam contribuir para criar um bem de maior valor público, alinhados com a visão da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OECD] (2001, p. 32), que definiu governo aberto como “a transparência das ações do governo, a acessibilidade dos serviços públicos e informações, e a capacidade de resposta do governo a novas ideias, demandas e necessidades”. Sugere-se, portanto, serem eficazes, eficientes e sustentáveis essas abordagens de usar a colaboração por meio dos conceitos de Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation para compartilhar visões, conhecimentos, habilidades, experiências e estratégias para contribuir com a prestação de serviços, bens e políticas nas cidades.

3. Metodologia

Diante do objetivo geral de perceber como os temas de inovação e compartilhamento são incorporados ao “Plano Fortaleza 2040” para alcançar a visão de futuro proposta, esta pesquisa foi desenvolvida a partir do uso de método qualitativo. Para Minayo (2013), a pesquisa qualitativa objetiva propiciar uma maior explicação sobre o assunto estudado, no seu desenvolvimento, trabalhando com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo em relação aos comportamentos das pessoas em esferas sociais específicas.

Esse trabalho, quanto aos meios, se caracteriza por se utilizar de pesquisa de campo e bibliográfica, compreendendo-as nos termos descritos segundo Vergara (2016). Essa fase foi conduzida através de uma extensa revisão de literatura fundamentada em reportagens, revistas especializadas, jornais e, principalmente, sites na internet e documentação eletrônica, com o objetivo de compreender a extensão desse fenômeno no Brasil.

Também foram consultados artigos, livros e demais publicações em periódicos acadêmicos, que, em sua maioria, abordam o fenômeno no exterior. Vale salientar também que um importante instrumento utilizado para a realização da pesquisa foi o “Plano Fortaleza 2040”, uma vez que o estudo tem como objetivo abordar a cidade como ambiente colaborativo de inovação.

No percurso metodológico da coleta de dados, utilizou-se um roteiro semi-estruturado durante as entrevistas. Para se atingir os objetivos do estudo, realizou-se entrevistas narrativas, onde o roteiro para coleta de dados foi constituído por: 1) perguntas referentes a dados descritivos do entrevistado; 2) questões com o objetivo de conhecer como se deu a participação do pesquisado na construção do “Fortaleza 2040”; 3) perguntas com o objetivo de extrair a opinião do entrevistado quanto ao plano; e 4) perguntas com relação ao tratamento que se é ofertado aos temas de economia do compartilhamento e inovação para Fortaleza se tornar uma cidade inovadora de acordo com os objetivos do eixo 3 do plano.

Para esse estudo foram escolhidos os indivíduos que participaram e participam da elaboração/execução do “Fortaleza 2040” e os sujeitos que não participaram diretamente da elaboração do plano, mas que de alguma forma detêm conhecimento sobre este ou são experts nas temáticas abordadas pelo plano. Dessa forma, a seleção dos participantes baseou-se no interesse e disponibilidade do indivíduo em participar da pesquisa e no atendimento ao critério de ter vínculo direto ou indireto com o plano. Os sujeitos da pesquisa foram divididos em dois grupos: i) “Grupo elaboraram o Plano Fortaleza 2040”; ii) “Grupo conhecem o Plano Fortaleza 2040”, mas não participaram da elaboração. No total, foram 10 sujeitos participantes da pesquisa, sendo 5 elaboradores do “Plano Fortaleza 2040” e 5 conhecedores do plano. São seis sujeitos do sexo masculino e quatro do sexo feminino. Dessa maneira, a quantidade de número de entrevistas se deu pelo critério da saturação, que se aplica, segundo Bauer e Gaskell (2008), quando novos estratos não acrescentam mais nada novo na investigação e, por isso, deve-se finalizar o processo de captação de dados/entrevistas.

Para a compreensão do discurso dos participantes da construção/execução do “Plano Fortaleza 2040”, utilizou-se a técnica de Análise e Interpretação dos Núcleos de Sentido [ANS], adaptada por Mendes (2007) a partir da técnica de análise de conteúdo desenvolvida por Bardin (2009). A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas para análise da comunicação visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção dessas mensagens (Bardin, 2009).

A análise realizada neste estudo concentrou-se no que há descrito no “Plano Fortaleza 2040”, com o objetivo de identificar características de inovação e compartilhamento nos discursos dos entrevistados. Para análise de dados qualitativos, utilizou-se o software denominado Atlas.ti v7.5.4. Este programa permite ao pesquisador administrar, categorizar e analisar os dados coletados de diferentes maneiras. Inicialmente, foram inseridos no programa todos os arquivos com as entrevistas, transformadas de áudio para texto. Após isto, foi realizada a seleção das citações dos entrevistados julgadas, pelo pesquisador, como importantes para o processo de análise. Essa categorização facilitou a análise das informações e os critérios utilizados para definição das categorias foram a frequência, importância e evidências relacionadas ao documento do “Plano Fortaleza 2040”.

4. Resultados e discussão

Aqui, são analisados os conteúdos do “Plano Fortaleza 2040”, levando em consideração o pressuposto inicial da pesquisa que é de que a cidade será mais inovadora e compartilhada, quanto mais estreita for a relação entre os construtos de Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation. Nesta análise foi explorado o documento do “Plano Fortaleza 2040” com o intuito de compreender como o planejamento participativo proposto projeta a cidade como ambiente colaborativo de inovação para o ano de 2040.

4.1. A proposta do Governo

É possível identificar no plano características como incentivo a criação de instituições que promovam a inovação e espaços colaborativos. “Criação de condições fiscais favoráveis em habitats de inovação – parques tecnológicos, incubadoras de empresas, arranjos produtivos locais, redes de P&D, para o desenvolvimento de empresas de bases tecnológicas” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 132).

Ademais, observa-se nos objetivos e metas do documento, uma atenção quanto ao desenvolvimento da tecnologia e internet banda larga, “Apoio à expansão de infraestrutura de internet banda larga, ampliando o acesso às redes de atividades vinculadas à educação, entrega de serviços públicos, pesquisa e negócios” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 131). No conjunto, tais características, revelam aproximações conceituais do “Plano Fortaleza 2040” com a literatura abordada, uma vez que, para Komninos (2009), estes elementos refletem um ambiente colaborativo de inovação, essencial para o conceito estudado nesta pesquisa.

Outro ponto analisado no “Plano Fortaleza 2040” foi a sua visão de futuro, dado que, o desenvolvimento da visão de inteligência de uma cidade, segundo Nam e Pardo (2011b), representa uma inovação da mesma, tanto em termos da sua gestão, como da política, como em termos tecnológicos. Esse ponto constitui, em sua estrutura, a uma segunda aproximação com a literatura abordada, visto que Komninos (2002) aborda que as cidades inteligentes são resultados de um denso ecossistema de inovação, que inclui amplas interações sociais e uma força de trabalho educada, que, para Letaifa (2015), gera valor através do uso/compartilhamento do conhecimento.

No entanto, segundo Giffinger et al. (2007), existe um conjunto de fatores que são essenciais para a compreensão das iniciativas e projetos de cidades inteligentes, são eles: a economia inteligente; pessoas inteligentes; governos inteligentes; ambiente inteligente e modo de vida inteligente traduzido por qualidade de vida. O “Fortaleza 2040” manifesta com clareza o composto de elementos, considerados, por Giffinger et al. (2007), como fundamentais para o entendimento de uma cidade inteligente.

Percebemos que o documento se preocupa de maneira precisa e objetiva com os aspectos da economia inteligente e pessoas inteligentes. “Realizar capacitações voltadas para o empreendedorismo, gestão de negócios na área da cultura e economia criativa, economia solidária, produção, captação, divulgação e gestão cultural nos Distritos Culturais de Fortaleza” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 109). Adiante, a dimensão de governo inteligente reforça o pensamento dos autores Nam e Pardo (2011b), que afirmam ser necessário estabelecer condições administrativas de apoio a uma cidade inteligente. “Desenvolvimento e ampliação dos mecanismos de coleta, tratamento, disseminação e usos de dados e informações sobre a cidade, aplicáveis à solução de problemas locais no contexto de uma cidade inteligente” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 130).

Sucessivamente, com as dimensões de mobilidade inteligente e modo de vida inteligente, podemos inferir que o plano manifesta uma postura proativa para a resolução de problemas urbanos: “Usar do conhecimento científico para resolver problemas como resíduos sólidos, mobilidade, energia, água, segurança, ocupação do solo etc” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 128); que diante do propósito de resolução, acredita-se que o objetivo seja descender em uma melhor qualidade de vida para o cidadão, consequentemente atendendo ao critério de modo de vida inteligente.

O “Plano Fortaleza 2040” tem demonstrado possuir solidez e coerência, uma vez que se observa que se apoia na literatura científica. Como a pesquisa tem como pressuposto inicial de que uma cidade será mais inovadora quanto mais estreita for a relação entre os construtos de Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation, também buscou-se encontrar quais as interações explícitas entre os elementos no plano e estes conceitos.

Ainda que de forma subjetiva, o “Plano Fortaleza 2040” faz alusão ao construto de Open Innovation “Entre seus objetivos, estão a organização e o estímulo às parcerias entre os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), públicas e privadas, sediadas no Ceará, um agente de transferência de tecnologia” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 163). O plano admite ainda haver um distanciamento entre a academia e o setor produtivo, originando em uma barreira quanto à efetividade da Open Innovation (Revista Fortaleza 2040, 2016a), no entanto, demonstra preocupar-se com este e prevê ações corretivas, “Fortalecer os mecanismos de articulação entre academia e o setor público e privado” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 128).

Novas formas de difusão do conhecimento baseadas no trabalho cooperativo surgem no “Plano Fortaleza 2040”, caracterizando, assim, a Open Science. Observa-se que dentre as metas elencadas no “Plano Fortaleza 2040”, a cidade pretende ampliar a atenção a popularização da ciência (Revista Fortaleza 2040, 2016a). Ainda no plano, tem-se o reforço a sua importância para a cidade ao expor como desempenhará tal difusão, informando que buscará a “criação de mecanismos e canais efetivos de trocas de conhecimento e comunicação [...] para estimular a difusão e a aplicação do conhecimento” (Revista Fortaleza 2040, 2016a, p. 131).

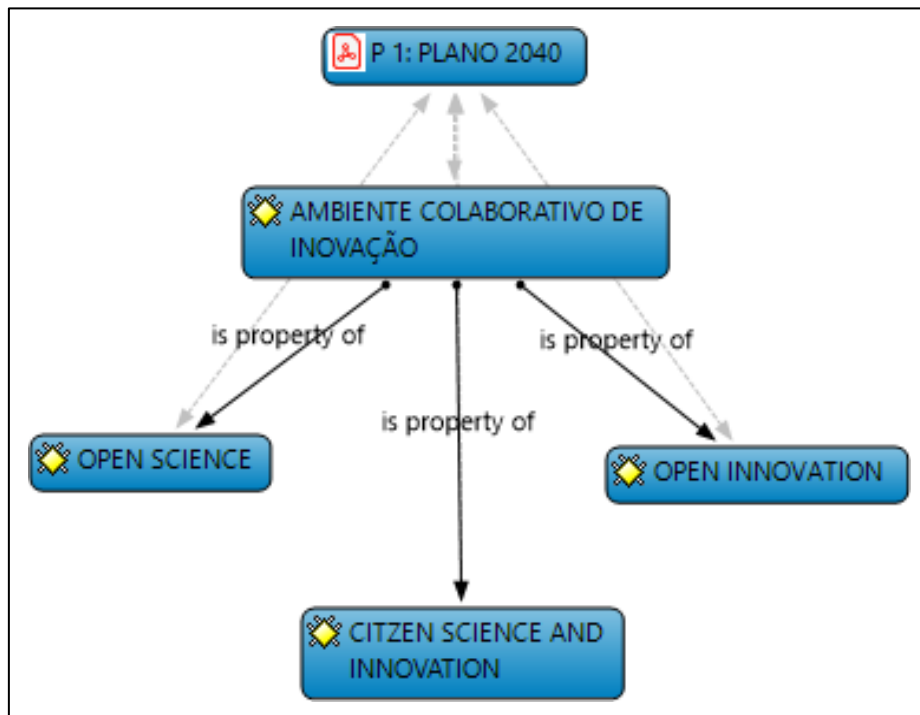
Já acerca da temática Citizen Science and Innovation, admite-se como referência a definição segundo Bonney et al. (2009), onde Citizen Science and Innovation surge como uma prática baseada na participação, consciente e voluntária, de cidadãos que geram e analisam dados e compartilham o seu conhecimento. Neste ponto, a participação efetiva do cidadão se torna um meio fundamental de institucionalizar relações mais diretas, flexíveis e transparentes que reconheçam os direitos dos cidadãos (Jacobi; Pinho, 2006). Nessa fase, ocorre uma abertura de diálogo entre cidadãos e o estado, aumentando a aceitação das ações do governo (Hilgers; Piller, 2011), ao mesmo tempo que se promove a participação.

Nítidamente constata-se que o construto Citizen Science and Innovation, permeia de forma integralizada todo o “Plano Fortaleza 2040” e essa constatação não se apoia, tão somente, nos trechos destacados, mas também nos relatos de concepção do planejamento. Isto se manifestou por meio de uma ampla participação social, com fóruns e diálogos com a comunidade, e sua preocupação com relação a esta cooperação, onde a prefeitura e a sociedade entram em consenso sobre um futuro comum para a cidade e juntas apontam as soluções.

Diante dos documentos do plano e da bibliografia abordada percebe-se que, embora muitas vezes a ciência apareça de forma subjetiva no plano, há uma estreita relação entre ambos. São identificadas mais aproximações do que relações de exclusão. Conforme fundamentado nos temas escolhidos ao longo das observações, foi criado um framework de

interação conceitual com o “Plano Fortaleza 2040”, como forma de confirmação e ilustração desse resultado, que pode ser visto na Figura 2.

Figura 2. Framework conceitual do “Plano Fortaleza 2040”



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, pode-se inferir que o pressuposto inicial desta pesquisa, pode ser validado por meio das constatações realizadas já ao longo desta análise. Nesta forma sistêmica de construção de conhecimento, identificam-se as temáticas da Open Innovation, da Open Science e da Citizen Science and Innovation como conexões importantes na edificação de um ambiente colaborativo de inovação e em suas interseções surgem atributos como a participação cidadã, a transparência e a abertura dos dados governamentais.

4.2. Governo Vs. Cidadão

A intenção deste tópico foi de apresentar uma análise do elemento central deste estudo, que é o de perceber como o planejamento participativo “Fortaleza 2040” projeta a cidade como ambiente colaborativo de inovação e refletir quanto a aproximação com a cidade, enquanto plano, junto ao cidadão.

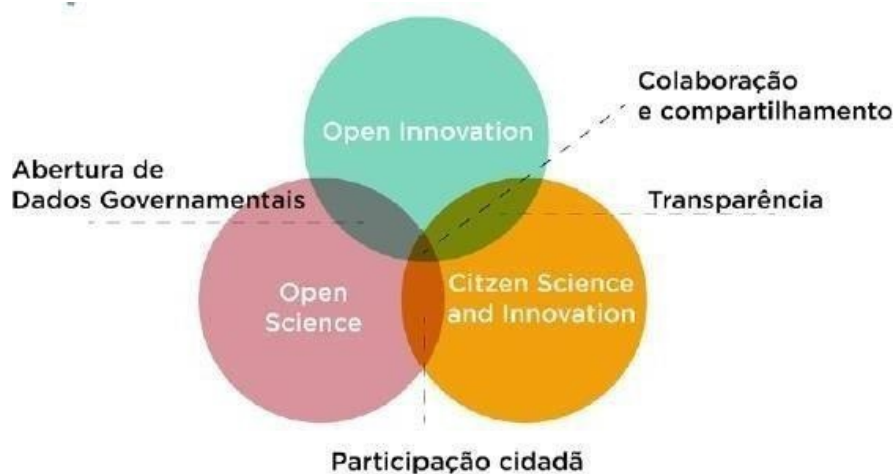
O documento do “Plano Fortaleza 2040” apresenta compromissos que procuram restabelecer um equilíbrio nas novas funções da cidade, que incluem a sociedade na gestão. Muitas das ações estão amparadas nas tecnologias de informação, com vistas a atingir maiores níveis de eficiência e interação com a sociedade. Isso possibilitará uma administração pública preparada para enfrentar os desafios vindouros.

Verifica-se, também a partir da análise das ações propostas no plano, que existe uma preocupação inerente com a preparação do corpo estatal (administradores, servidores) para a abertura do processo de inovação. O plano está estruturado de maneira que atende ao proposto

por Hilgers e Piller (2011) na medida em que propõe a maioria de suas ações na perspectiva da transparência. Entende-se que o corpo gestor do plano pretende criar uma estrutura administrativa que permita que os dados relevantes da cidade estejam disponíveis aos cidadãos. Observa-se que algumas ações já permeiam o campo da participação e, segundo o pensamento de Hilgers e Piller (2011), fazem parte de uma segunda etapa do processo de inovação aberta na gestão pública.

O “Plano Fortaleza 2040” apresenta uma estrutura e visão geral de como a colaboração e a inovação poderão oferecer novos caminhos para se constituir um ambiente colaborativo de inovação, pautado nas abordagens Open Innovation, Open Science e da Citizen Science and Innovation. Estas, por sua vez, se apresentam como conexões importantes na edificação de um ambiente colaborativo de inovação e que ao longo das análises, conforme pode ser observado na Figura 3, surgiram elementos que fortaleceram essa conexão, tais como: participação cidadã, transparência, acessibilidade a dados governamentais e criação do valor público não mais fornecido somente pelo governo, mas sim pela colaboração. Esses elementos também reforçam a teoria dos autores Hilgers e Piller (2011), que cita a transparência, participação e a criação de valor como etapas para a abertura do processo de inovação.

Figura 3. Framework conceitual ajustado com novos elementos de conexão



Fonte: Elaborado pelos autores.

Buscamos relacionar as ações elencadas no Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação, representado no “Plano Fortaleza 2040”, com as abordagens de Open Innovation, Open Science e da Citizen Science and Innovation, cujo os elementos intercessores são: participação cidadã, transparência, acessibilidade a dados governamentais e criação do valor público, conforme já apontados nesse estudo pelos autores Hilgers e Piller (2011), como etapas para o desenvolvimento do processo de inovação aberta no setor público, dessa forma, pretendemos ilustrar como as abordagens citadas nesta pesquisa, atuam como orientadoras na criação de um ambiente colaborativo de inovação. Em seguida, são apresentados os compromissos, cuja ligação com as abordagens são a participação cidadã e a criação do valor público.

Figura 4. Ações relacionadas a participação cidadã e a criação do valor público

PARTICIPAÇÃO CIDADÃ	
AÇÃO	ABORDAGEM
Estabelecimento de mecanismos para fomentar integração interinstitucional e construir "alianças do conhecimento", envolvendo os diversos atores do ecossistema de inovação para geração e apropriação de conhecimento aplicado a problemas locais.	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Incentivo e apoio a criação de redes de organizações engajadas na promoção de inovação pelos grupos de baixa e média rendas para pesquisa e desenvolvimento de materiais, técnicas e design como processo de aprendizagem e criação coletiva.	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Mapeamento, identificação e valorização do conhecimento tradicional, estimulando a sua integração aos processos de inovação e competitividade;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Apoio ao desenvolvimento de incubadoras tecnológicas de cooperativas/empreendimentos populares e iniciativas assemelhadas, como mecanismo de inclusão social, para suporte à apropriação/difusão de tecnologias existentes e inovação em empreendimentos sociais e Informais.	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Fortalecimento da economia do conhecimento (adotar um modelo de desenvolvimento tendo este como motor dinâmico da economia).	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verifica-se que as ações apresentadas propõem a participação direta e indireta do cidadão em criação de redes, para geração de inovações e disseminação do conhecimento. Assim, a proposta de participação objetiva significa, na realidade, "apresentar" à sociedade os futuros mecanismos e instâncias de participação social. Outro destaque é a intenção de incentivar outras organizações a aderirem o processo como atividade de colaboração com a sociedade.

Nesse sentido, conforme propõe Angelis (2013), o valor público não é mais fornecido somente pelo governo, mas sim pela colaboração. O papel das gestões públicas se estende para a edificação da inteligência e resiliência com os cidadãos, empresas e outros órgãos e até outros países, por meio da capacidade coletiva para aprender, mudar e se adaptar ao ambiente. Tais processos colaborativos devem entender e envolver a sociedade não apenas como usuária e que faz escolhas, mas também como criadora e formadora de políticas (Torres, 2007). A segunda parte de compromissos apresentados nesta seção está relacionada com a transparência e acessibilidade a dados governamentais.

Figura 5. Ações relacionadas a transparência e acessibilidade a dados governamentais

TRANSPARÊNCIA E ACESSIBILIDADE A DADOS GOVERNAMENTAIS	
AÇÃO	ABORDAGEM
Apoio à criação de sistemas de acompanhamento e avaliação das políticas e planos locais, estadual e regional de CT&I;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Mapeamento das instituições de apoio à inovação existentes na cidade e organização de um banco de práticas e tecnologias;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Institucionalização de mecanismos de aproximação das "ilhas de excelência" em pesquisa localizadas na região metropolitana, com vistas à ampliação do acesso a habilidades, informação e conhecimento;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Estímulo ao desenvolvimento e à disseminação de várias aplicações promissoras de serviços: telefonia móvel para acesso a informações básicas, saneamento básico etc;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Criação de mecanismos de incorporação de inovações nos empreendimentos governamentais;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Desenvolvimento e ampliação dos mecanismos de coleta, tratamento, disseminação e usos de dados e informações sobre a cidade, aplicáveis à solução de problemas locais no contexto de uma cidade inteligente;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Promoção de um programa permanente de inovação e modernização tecnológica da gestão municipal;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Apoio à expansão de infraestrutura de internet banda larga, ampliando o acesso às redes de atividades vinculadas à educação, entrega de serviços públicos, pesquisa e negócios;	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation
Apoio à criação de novos modelos institucionais para a gestão e para compartilhamento da infraestrutura de CT&I local e estadual	Open Innovation, Open Science e Citizen Science and Innovation

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nessa seção, verifica-se o interesse do governo brasileiro em se relacionar com a sociedade de novas maneiras e a disponibilizar conteúdos e formatos de informações que atendam a interesses de diferentes públicos. O plano compromete-se também a implementar soluções de abertura de dados e promover o aumento da integridade das informações públicas. Assim, percebe-se que a tecnologia da informação desempenha um papel relevante no sentido de realçar a transparência e disponibilizar as informações públicas para a sociedade (Torres, 2004). Ainda segundo o autor, a ampla difusão da informação também abre oportunidades para que o usuário/cidadão possa interagir com os formuladores/executores, com provável ganho no aprimoramento de políticas públicas.

Como resultado desta reflexão, pode-se considerar que foi dado um importante passo em direção a criação de um ambiente colaborativo de inovação para o futuro de Fortaleza. O plano apresenta uma estrutura e visão geral de como a colaboração e a inovação poderão oferecer novos caminhos de participação dos cidadãos na administração pública e, ao mesmo tempo, reforça a criação de valor público e pode, futuramente, abrir espaço para propostas inovadoras no processo de tomada de decisão política.

5. Referências

- Albagli, s. Ciência aberta em questão. In: Albagli, S.; Maciel, M. L.; Abdo, A. H. (Eds.). *Ciência aberta, questões abertas*. Brasília: IBICT; Rio de Janeiro: UNIRIO, 2015. p. 9-26.
- Athey, G., Nathan, M., Webber, C., Mahroum, S. Innovation and the city. *Innovation*, v. 10, n. 2- 3, p. 156-169, Oct. 2008.
- Audretsch, D. B., Feldman, M. P. R&D spillovers and the geography of innovation and production *The American Economic Review*, v. 86, n. 3, p. 630-640, June 1996.
- Bardin, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2009.
- Bauer, M. W.; Gaskell, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., Shirk, J. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *Bioscience*, v. 59, n. 11, p. 977-984, Dec. 2009.
- Câmara, S. F., Carvalho, H. J. B., Pinto, F. R., Alves Junior, N., Souza, L. L. F. Cidades inteligentes e inovadoras: a proposta de um framework. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, Blumenau, v. 5, n. 1, p. 31-52, 2017.
- Chesbrough, H. *Open Business Models: How To Thrive In The New Innovation Landscape*. Harvard Business School Press, 2006. 256 p.
- Cohen, B., Kietzmann, J. Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy. *Organization & Environment*, v. 27, n. 3, p. 279-296, Aug. 2014.
- Dahlander, L., Gann, D. M. How open is innovation? *Research policy*, v. 39, n. 6, p. 699-709, July 2010.
- Dutton, W. Networking distributed public expertise: strategies for citizen sourcing advice to government. One of a Series of Occasional Papers in Science and Technology Policy, Science and Technology Policy Institute, 2011.
- Duranton, G., Puga, D. Nursery Cities: Urban diversity, process innovation, and the life-cycle of products. *American Economic Review*, v. 91, n. 5, p. 1454-1477, 2001.
- Fischer, T. Poder local: um tema em análise. *Rev. Adm. Pública*, v. 26, n. 4, p. 105-113, 1992. Florida, R. *The rise of the creative class*. Nova York: Basic Books, 2002. 416 p.
- Florida, R. *Who's your city?* Nova York: Basic Books, 2008. 374 p.
- Fortaleza. Prefeitura de fortaleza. Fortaleza 2040. Disponível em: <http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N; Meijers, E. Smart Cities Ranking of European medium-sized cities. *Vienna University of Technology*, p. 5-19, 2007.
- Glaeser, E. *Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier*. Nova York: Penguin Book, 2011. 338 p.
- Hilgers, D., Piller F. T. A government 2.0: fostering public sector rethinking by open innovation. *Innovation Management*, v. 1, n. 2. p. 1-8, 2011.
- Hutton, T. A. Trajectories of the New Economy: Regeneration and Dislocation in the Inner City. *Urban Studies*, v. 46, n. 5-6, p. 987-1001, May 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13 set. 2010.
- Irwin, A. *Ciência Cidadã: Um Estudo Das Pessoas Especialização e Desenvolvimento Sustentável*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998. 257 p.
- Jacobi, P. R., Pinho, J. A. G. *Inovação no campo da gestão pública local: novos desafios, novos patamares*. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- Komninos, N. Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments. *International Journal of Innovation and Regional Development*, v. 1, n. 4, p. 337-355, 2009.
- Letaifa, S. B. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. *Journal of Business Research*, v. 68, n. 7, p. 1414-1419, July 2015.
- Mendes, A. M. (Org.). *Psicodinâmica do trabalho: teoria, método e pesquisas*. São Paulo: Casa do Psicólogo. 2007, p. 65-87.
- Minayo, M. C. S. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. Oecd. Background document for Session 1 of OECD Guiding Principles for Open and Inclusive Policy Making, Expert Meeting on Building an Open and Innovative Government for Better Policies and Service Delivery. June 2010.

- Pires, A. C. M., Pires, L. R. G. M. (Orgs.). Mobilidade Urbana: desafios e sustentabilidade. São Paulo: Ponto e Linha, 2016. 217 p. Disponível em: <<http://cidadeemmovimento.org/wp-content/uploads/2016/10/Mobilidade-Urbana-Desafios-e-Sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 01ago. 2018.
- nyder, W. M., Wenger, E. Our World as a Learning System: A Communities-of-Practice Approach. In: BLACKMORE, C. (Ed.). Social Learning Systems and Communities of Practice. Londres: Springer, 2010. cap. 3, p. 107-124.
- Torres, L. H. Citizen sourcing in the public interest. **Knowledge Management for Development Journal**, v. 3, n. 1, p. 134-145, 2007.
- Torres, M. D. de F. Estado, democracia e administração pública no Brasil. Rio de Janeiro: FGV, 2004.
- Tukiainen, T., Sutinen, p. Cities as Open Innovation Platforms for Business Ecosystems. In: Lappalainen, P.; Markkula, M.; Kune, H. (Eds.). **Orchestrating Regional Innovation Ecosystems**: Espoo Innovation Garden. Finlândia: Aalto University, 2015. cap. 5, p. 313- 322.
- Vergara, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 104 p.
- Wang, M. Exploring potential R&D collaborators with complementary technologies: The case of biosensors. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 5, p. 862-874, June 2012.

La innovación como estrategia para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios sustentables. Caso de la comunidad Paso Solano Veracruz

Lic. Jéssica Geraldine Villatoro Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás, México_
geraldine.villatoroh@gmail.com

Dra. Ingrid Yadibel Cuevas Zuñiga

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás, México
icuevasz@ipn.mx

Dra. María del Rocío Soto Flores

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás México
mrsoto03@yahoo.com.mx

Resumen

La agricultura es a la fecha una de las actividades más importantes para la economía mundial, pues de ella depende la alimentación de millones de personas. El actual sistema agroalimentario presenta ciertas problemáticas tales como: la alta degradación y el agotamiento de los recursos naturales; la agrupación de capital, infraestructura y tecnología; la concentración de canales de comercialización; dietas inadecuadas y hábitos de consumo insostenibles; precios inequitativos y elevados que están generando la exclusión de pequeños productores constituidos por mujeres, jóvenes y pueblos originarios, y por otro lado, la pérdida y desperdicio de 127 millones de toneladas de alimentos cada año, en una región donde más de 30 millones de personas aún padecen de hambre (FAO, 2017).

En México, pese a tener una gran extensión territorial y alta biodiversidad, existen factores que imposibilitan el desarrollo del sistema agroalimentario tales como: el cambio climático, la degradación y contaminación de los recursos naturales, el alto índice de pobreza y marginación principalmente en las zonas rurales, la heterogeneidad en el campo y la escasa aplicación de la innovación. En el trabajo se plantea mostrar avances del papel que tiene la innovación como estrategia para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios sustentables. Caso de la comunidad Paso Solano, Veracruz. La investigación es de tipo descriptiva y su enfoque es mixto. Para el trabajo de campo, se diseñó y aplicó un cuestionario a 30 ejidatarios de la comunidad Paso Solano, Veracruz, México. Los resultados obtenidos proporcionan información suficiente para establecer que la innovación juega un papel determinante en el desarrollo de los sistemas agroalimentarios sustentables y que su aplicación en el sistema agroalimentario de la comunidad Paso Solano, Veracruz representa una alternativa para alcanzar el desarrollo sustentable del mismo.

Palabras clave

Sistema agroalimentario; Innovación; Sustentabilidad; Objetivos de desarrollo sostenible.

1. Introducción

La agricultura es una de las actividades más importantes para la economía mundial, pues de ella depende la alimentación de millones de personas. Factores como el clima, la orografía, la riqueza del suelo y la extensión territorial son determinantes para la capacidad productiva de un país. Sin embargo, también influyen drásticamente la demanda de los productos, la competencia de precios, la tecnología y la innovación aplicada a los procesos productivos.

Además, el desarrollo agrícola constituye uno de los instrumentos más eficaces para poner fin a la pobreza extrema, impulsar la prosperidad compartida y alimentar a una población que se espera llegue a 9700 millones de habitantes en 2050. El crecimiento de la agricultura es entre dos y cuatro veces más eficaz que el de otros sectores para incrementar los ingresos de los más pobres. Según análisis realizados en 2016, el 65% de los adultos pobres que trabajan, vive de la agricultura (Banco Mundial, 2018). Esta problemática está relacionada, de acuerdo con la misma fuente, con el hecho de que el 70% de los pobres del mundo, viven en zonas rurales y la agricultura sigue siendo su fuente principal de ingresos y trabajo.

Algunas de las características relacionadas con la ineficiencia y exclusión del sistema alimentario actual son: la alta degradación y el agotamiento de los recursos naturales; la agrupación de capital, infraestructura y tecnología; la concentración de canales de comercialización; dietas inadecuadas y hábitos de consumo insostenibles; precios inequitativos y elevados que están generando la exclusión de pequeños productores constituidos por mujeres, jóvenes y pueblos originarios, y por otro lado, la pérdida y desperdicio de 127 millones de toneladas de alimentos cada año, en una región donde más de 30 millones de personas aún padecen de hambre (FAO, 2017).

Por tanto, uno de los principales retos que encara la sociedad actual, es el de realizar una administración responsable, efectiva e inteligente de los recursos con los que cuenta. En este sentido, la innovación se presenta como una alternativa para el adecuado manejo de los recursos naturales, a la vez que genere bienestar social y económico.

A lo largo de la historia, la innovación ha desempeñado un papel importante en el desarrollo de la humanidad, en el caso de la agricultura, la innovación ha permitido a la creciente población del mundo soslayar hambrunas masivas, mediante el incremento de la producción agrícola y, en consecuencia, de la disponibilidad de alimentos y de la mejora de los ingresos de los productores agrícolas, que conllevan la reducción del hambre y de la pobreza (Sonnino & Ruane, 2011).

Aunado a lo anterior, la sustentabilidad y el desarrollo sustentable, han cobrado importancia a lo largo de los años. Desde el Informe Brundtland en 1987; la Agenda 21 desarrollada en 1992; los Objetivos del Milenio fijados en el 2000 y en fechas más recientes los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) publicados en el 2016. A través de estas publicaciones, los organismos internacionales resaltan la necesidad de establecer mecanismos para la inserción del desarrollo sustentable dentro de las agendas mundiales así como en el quehacer de los agentes involucrados en el sistema agroalimentario.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar avances del papel que tiene la innovación como estrategia para el desarrollo del sistema agroalimentario sustentable en la Comunidad Paso Solano, Veracruz, México. Los resultados obtenidos proporcionan información suficiente para determinar que la innovación juega un rol determinante en el desarrollo de los sistemas agroalimentarios sustentables y que su aplicación en el sistema agroalimentario de la comunidad Paso Solano, Veracruz representa una alternativa para

alcanzar el desarrollo sustentable del mismo.

2. Metodología

La presente investigación es de tipo descriptivo, debido a que se analizan las propiedades y características de la innovación y el desarrollo de sistemas agroalimentarios sustentables, en específico en la comunidad Paso Solano, Veracruz, de acuerdo a Hernández, Fernández, & Baptista (2006). Asimismo, por su enfoque, la investigación es mixta, pues de acuerdo con los autores citados, en este enfoque se combinan en todo el proceso de investigación, o al menos, en la mayoría de sus etapas, la investigación cualitativa y cuantitativa.

Para el trabajo de campo, se diseñó un cuestionario que combina preguntas de opción múltiple y de escala Likert. Este fue aplicado a una muestra de 30 ejidatarios de la comunidad Paso Solano, Veracruz, México. Para el análisis de la información, se utilizó el programa de Excel. Se trata de una muestra por conveniencia, pues se encuestó a los ejidatarios que estuvieron dispuestos a responder el cuestionario y con ubicación geográfica accesible. Veracruz está conformado por 212 municipios, uno de ellos es Soledad de Doblado y dentro de éste se ubica la comunidad Paso Solano, la cual fue seleccionada para la investigación, por su relativamente fácil acceso; por el tipo de agricultores que se localizan en ella, es decir, se trata de ejidatarios que cuentan con una mayor cantidad de tierra y reciben algunos subsidios del gobierno; lo que les ha ayudado a especializarse en cultivos como la caña de azúcar, papaya, mango, maíz y frijol, que requieren incorporar algún tipo de innovación.

3. Generalidades del sistema agroalimentario

Según la FAO (2017), los sistemas agroalimentarios se constituyen en espacios territoriales a partir de las relaciones socioeconómicas que ejercen los actores que participan en la producción, circulación y consumo de alimentos. Debido a su naturaleza multidimensional, los sistemas agroalimentarios incluyen aspectos socioculturales, económicos, ambientales y políticos, con actores diversos, y manejan múltiples cadenas de valor agroalimentarias vinculadas y anidadas en ambientes dinámicos e interactivos. Refiere que en los últimos 20 años ha cambiado la forma en la cual los alimentos se producen, distribuyen, comercializan y consumen; esto como consecuencia de la globalización, los procesos de urbanización, el desarrollo tecnológico, la apertura de los mercados internacionales y la liberación del comercio.

Es verdad que dichos cambios han traído consigo beneficios para la sociedad, actualmente la oferta de alimentos es más amplia en comparación con años recientes, alimentos procesados, importados, en presentaciones listas para comer y disponibilidad de frutas y verduras fuera de la temporada habitual por mencionar algunos.

No obstante, las consecuencias de estos cambios se ven reflejadas en la degradación de los recursos naturales. Según datos de la FAO (2017), el 25% de las tierras del planeta se encuentran degradadas, 40% de ellas están ubicadas en zonas de alta marginación. Además, se calcula que para 2050 aumentará la población a 10,000 millones de habitantes, lo que demandará un aumento en el uso de los recursos; este fenómeno ha ocasionado una mayor concentración de tierras y mercados, en los que se busca mayor rendimiento en menos espacio, lo cual, propicia el uso de agroquímicos que, si bien favorecen el desarrollo de los cultivos a

corto plazo, también traen consigo consecuencias desfavorables para el ecosistema en que se utilizan.

Por su parte, a nivel global, la agricultura contribuye de manera directa con entre 10 y 12 por ciento a las emisiones de GEI, debido a que los suelos agrícolas y el ganado emiten grandes cantidades de gases a la atmósfera. De manera indirecta contribuye con entre 17 y 20 por ciento, debido al uso de combustible fósil para las operaciones agrícolas, la producción de agroquímicos y la conversión de tierras para cultivo (Bellarby, Foereid, Hastings, & Smith, 2008). Aunado a lo anterior, un tercio de los alimentos producidos para consumo humano en el mundo, se pierden o desperdician. Esto equivale a 1 300 millones de toneladas de alimentos desaprovechados al año (FAO, 2012).

Además, el sistema agroalimentario actual se encuentra globalizado. Las empresas transnacionales dominan los eslabones de las cadenas agroalimentarias, las cuales manejan formas organizacionales que en su mayoría se orientan hacia complejas estructuras, mallas o redes globales asociadas a una cadena alimentaria crecientemente fragmentada en actividades, establecimientos y procesos diferenciados (Delgado, 2010). Dicha verticalidad genera la exclusión de pequeños productores quienes no cuentan con la información, la tecnología y los procesos de producción y distribución que exigen los grandes mercados y empresas comercializadoras de alimentos.

Así mismo, las expectativas de los consumidores cada vez son más exigentes, en relación con la inocuidad y el valor nutricional de los alimentos. Esto constituye una oportunidad de mercado para pequeños agricultores, siempre y cuando estos tengan acceso a innovación, tecnología y financiamiento para mejorar su producción (FAO, 2017).

4. El sistema agroalimentario en México

Actualmente en México residen 123.6 millones de personas según datos del INEGI (2018). De ellos, 6 millones se dedican a la agricultura (SAGARPA, 2018), lo cual equivale al 4.8% de la población; de estos, aproximadamente el 80% pertenecen a la agricultura de pequeña escala o familiar, en los que descansa el desarrollo y la subsistencia de México (INEGI, 2007). En cuestiones territoriales, el país cuenta con 1 millón 964 mil 375 km² de superficie territorial, de los cuales 246 mil se destinan para la agricultura, equivalente a 12.52% de la misma.

El sector agrícola representa el 3.4% del PIB nacional (Banco Mundial, 2017). Los diez productos más sembrados son: caña de azúcar, maíz, plátano, sorgo, naranja, trigo, jitomate, limón, chile verde, aguacate y papa. Según datos de SAGARPA (2018), México cuenta con más de 3 mil almacenes agrícolas, 90 puntos de venta de alimentos al mayoreo, 3 mil 240 presas, de las cuales mil 504 son exclusivas de uso agrícola.

No obstante, en México, pese a tener una gran extensión territorial y alta biodiversidad, existen factores que imposibilitan el desarrollo del sistema agroalimentario. En primera instancia el desequilibrio ecológico que vive el planeta origina alteraciones en los fenómenos meteorológicos, de ello resulta que las lluvias y las sequías se vuelvan impredecibles y catastróficas para los cultivos. Un dato relevante, de acuerdo a Cárdenas (2010), es que del 70 al 100% de la superficie sembrada con maíz, frijol, sorgo, avena y cebada es de temporal, por tanto la vulnerabilidad del sector aumenta significativamente. Además, según el Estudio sobre Economía del Cambio Climático (2007), los impactos del cambio climático en la producción agrícola mexicana pueden ir del orden de los 16 a los 22 mil millones de pesos.

Aunado a ello, en el país existe cierta heterogeneidad. Por un lado se encuentra la agricultura industrial, la cual se practica principalmente en ecosistemas semiáridos y áridos en los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Nayarit, Guanajuato e Hidalgo (Oswald, 2018), este tipo de agricultura utiliza alta tecnología, inversión privada y obtiene canales de distribución que le permiten colocar su producción en el mercado nacional e internacional (Minutti, 2007). Por otro, existe la agricultura tradicional o de subsistencia, la cual se practica principalmente en los estados del sur, como Veracruz, Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Tabasco por mencionar algunos; en este tipo de agricultura las actividades son realizadas por la familia, generalmente para el autoconsumo y venta de los excedentes en mercados locales o a través de intermediarios.

Además, el campesino mexicano, principalmente el de subsistencia, se enfrenta a una desigual competencia entre aquellos productores extranjeros subsidiados por su gobierno, lo cual genera pérdida de competitividad en los precios a nivel nacional e internacional. Otro factor al que se enfrenta es la de elegir entre aquellos productos que se consumen en el mercado interno en contraposición de los que tienen mayor demanda de exportación. Esta contrariedad ha ocasionado que muchos granos y oleaginosas que abastecían el mercado nacional hoy tengan que ser importados, algunos casos de ello son el maíz, el frijol y el trigo.

Aun cuando el sector agrícola representa únicamente el 3.4% del PIB total del país, esta emplea al 15% de la población activa; aunado a ello, en el sector se encuentra la población más pobre, tanto por nivel de ingreso, como de riqueza. Además, la pérdida de cosechas ocasionadas por el cambio climático sobre todo en ecosistemas áridos y semiáridos sin riego, ha ocasionado la migración de campesinos a ciudades, quienes venden sus tierras a dueños de capital, los cuales buscan la maximización de las ganancias con altos costos ambientales. La sobre fertilización del suelo y el uso indiscriminado de pesticidas han contaminado el agua, los acuíferos, el aire y el suelo. Aunado a ello la ineficiencia en los sistemas de riego generan pérdidas, ya que aun cuando el agua utilizada en la agricultura mexicana representa un 78% del total, la eficiencia de riego se ubica en 40% (Delgado , Gay, Imaz , & Martínez, 2010).

5. El sistema agroalimentario en la comunidad Paso Solano, Veracruz

En el caso del estado de Veracruz, el 34.5% de su población habita en comunidades pequeñas y dispersas, dedicadas principalmente a las actividades agropecuarias. El 70% de las unidades de producción son de actividad agropecuaria y forestal. El estado ocupa el cuarto lugar en aportación al PIB agrícola en México, con un 7.3% (SIAP, 2018).

Veracruz ocupa los primeros lugares de producción nacional en caña, café, vainilla, cítricos, mango manila, papaya, arroz, hule, piña y chayote. Su ubicación geográfica representa una ventaja para atender el mercado nacional e internacional. Además, dispone de 16 principales ríos distribuidos en su territorio, por ellos corre el 30% de las aguas superficiales a nivel nacional, lo cual significa un enorme potencial para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos con propósitos agropecuarios, forestales y acuícolas (SAGARPA, 2009).

No obstante, Veracruz presenta altos índices de pobreza, la cual abarca un 62.2% de la población según datos de CONEVAL (2016). Por otra parte, existe una baja productividad y competitividad en los mercados así como escasa vinculación entre investigadores, extensionistas y productores; la oferta financiera es limitada, prevalece el esquema de minifundio, dispersión demográfica, falta de organización productiva, marcada individualidad en la actividad productiva y mínima incursión en la incorporación de valor agregado, alta

incidencia a plagas y a fenómenos meteorológicos, mal manejo de productos agroquímicos que reducen la calidad y aceptación del producto en los mercados internacionales (SAGARPA, 2009).

Además en Veracruz el 88.3% de la población productiva en actividades primarias se dedica a la agricultura (SIAP, 2018). De ellos el 65% está conformada por productores de autoconsumo y de transición, 15% se compone de jornaleros agrícolas y prestadores de servicios, los cuales no tienen acceso a tierra o bienes de producción y 20% lo ocupan productores empresariales, según SEDARPA (2011).

Geográficamente, Veracruz se ubica en la parte central de la vertiente del Golfo de México y está conformado por 212 municipios. Uno de ellos es el municipio de Soledad de Doblado, el cual se localiza en la zona semiárida del centro del Estado de Veracruz. Tiene una superficie de 416.30 km.2., cifra que representa un 0.58% total del Estado. Se encuentra regado por el río Jamapa que junto con el Cotaxtla, desembocan en el Golfo de México, formando la Barra de Boca del Río.

Dentro del municipio de Soledad de Doblado, se encuentra la comunidad de Paso Solano, la cual tiene una figura jurídica de ejido. Esta se conforma por 98 ejidatarios, quienes cuentan con un certificado de derechos agrarios parcelarios, lo cual les permite hacer uso de las parcelas que les fueron otorgadas para fines agropecuarios, otorgándoles bienes de producción para la percepción de ingresos; sin embargo, este beneficio también trae consigo consecuencias como una marcada individualidad y falta de organización entre los ejidatarios.

Los principales productos que cultivan son el maíz, frijol y caña de azúcar. También se cultivan otros productos a menor escala como limón, tamarindo, papaya, mango, nanche, chile ciruela y pepino, entre otros.

En cuanto a la producción, la mayoría de los agricultores realiza cultivos de temporal, algunos cuentan con pozos dentro de sus parcelas, los cuales funcionan con electricidad, esto les permite recurrir al riego por goteo. La maquinaria agrícola que emplean es el tractor y la motosierra, sin embargo son pocos quienes los usan, la mayoría emplea instrumentos manuales tales como el machete, el arado, el azadón, el rastrillo entre otros. Por otro lado, muchos son los agricultores que utilizan semillas adquiridas en el mercado local, así como fertilizantes, abonos y herbicidas, los cuales representan un alto costo en la inversión para la producción.

En cuanto al manejo post-cosecha, la transformación de los productos es casi nula, la mayoría de ellos comercializan sus productos en fresco a intermediarios que se presentan en las épocas de cosecha, para comprar a mayoreo, muchas veces a muy bajo costo.

Además de ello existe descapitalización por parte de los productores y bajo acceso a financiamiento privado, así como escaso uso de seguros contra siniestros y fenómenos meteorológicos, que afectan severamente los cultivos y por lo tanto la inversión del productor.

Cabe resaltar que los productores y sus familias reciben algunos subsidios por parte del gobierno, principalmente otorgados por SEDESOL y SAGARPA; sin embargo, el acceso a diversas convocatorias se vuelve complejo al encontrarse publicadas en medios electrónicos, debido a que, en el medio rural, son pocos los que poseen computadora y servicio de internet. Aunado a ello, los requisitos y trámites son complejos, lo cual dificulta en mayor medida el acceso a estos, por tanto, se vuelve más difícil alcanzar el apoyo gubernamental.

6. Innovación y Sustentabilidad

Los orígenes del concepto de innovación se remontan a 1934, año en el que el economista

austriaco Joseph Alois Schumpeter destacó la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico. Para Schumpeter la innovación abarcaba la introducción en el mercado de un nuevo bien, de un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado en un país, la conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas y la implantación de una nueva estructura de mercado (Schumpeter, 1934).

Dicho concepto ha ido evolucionando con el paso del tiempo, en el cual han surgido nuevas definiciones. Actualmente, la FAO (2016), menciona que las innovaciones son modificaciones introducidas en los patrones actuales, que permiten generar mejoras tales como el aumento de la productividad y competitividad, a las que en algunos casos se pueden agregar temas de conciencia social como el aumento de los ingresos, la sustentabilidad y la equidad.

Por lo que se refiere al sector agrícola, la innovación juega un importante papel en los sistemas agroalimentarios, si se considera que en 2030, la población mundial alcanzará los 8 mil millones de habitantes, de los cuales el 40% aun vivirá en zonas rurales (FAO; CELAC, 2017).

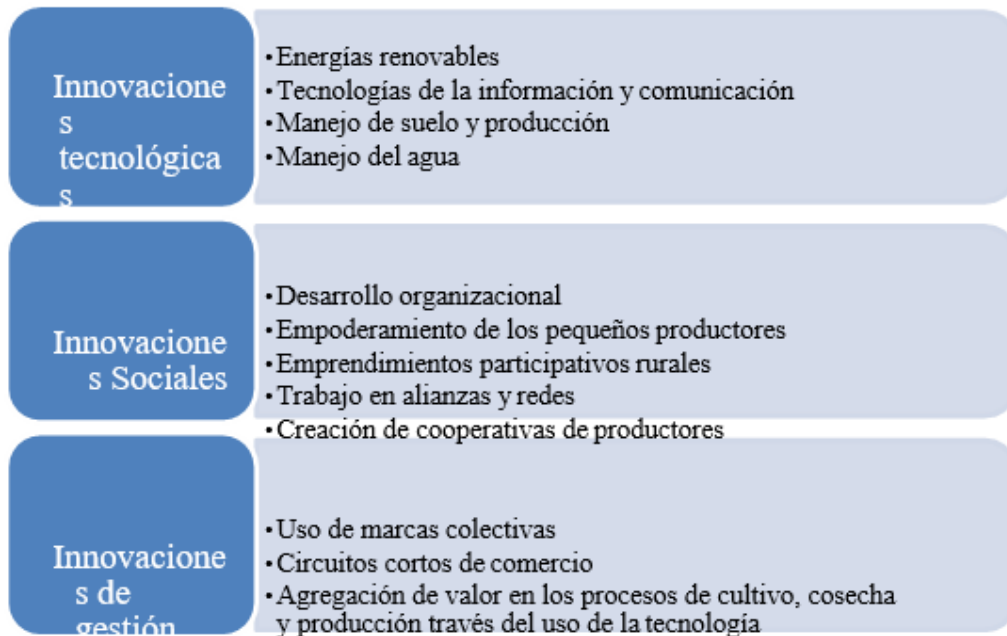
La innovación aplicada al medio rural ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, de acuerdo a los avances no sólo tecnológicos, sino también avances relacionados al estudio de las sociedades, la economía, la antropología y la ecología. Estos progresos ponen sobre entendido, que la incorporación de la tecnología y la innovación, dependen de la colaboración de los diversos actores participantes en el sistema agroalimentario.

De acuerdo a Solleiro & Del Valle (1996), Muñoz & Altamirano (2008) y Zarazúa, Solleiro, Altamirano, Castañón, & Rendón (2009), en México existen dos modelos de innovación predominantes: el modelo lineal y el modelo en red o de innovación abierta. El primero se caracteriza por ser cerrado e integrado verticalmente, pues la propiedad intelectual es generada al interior de un instituto, universidad o corporación y una vez creada se protege antes de transformarse en un bien o servicio comercializable. La segunda toma en cuenta la complejidad del proceso innovativo y se asemeja a un ecosistema en el que múltiples actores o nodos, cada uno con diferentes recursos y capacidades, interactúan y codesarrollan nuevos bienes y servicios que la sociedad valora.

Dicho lo anterior, se concluye que el proceso y transferencia de innovación es multidimensional, hecho que conlleva interacciones entre cada uno de los actores de los sistemas agroalimentarios, por lo tanto se requiere que la innovación no sea enfrentada desde una visión lineal, más bien, esta debe asemejarse a un ecosistema o red que conecte a los diversos integrantes del mismo, con la finalidad de que exista cooperación entre ellos y los beneficios sean compartidos, de tal manera que a todos les resulte positivo colaborar.

Así pues, en respuesta a la necesidad de alcanzar un sistema agroalimentario sustentable, han surgido diversas propuestas a nivel mundial y en el país, las cuales integran la innovación tecnológica, la social y de gestión en los sistemas agroalimentarios, como se aprecia en la figura 1.

Figura 1. Innovaciones en el sistema agroalimentario



Fuente: Elaboración propia

Las innovaciones señaladas, proponen alternativas para la solución de las problemáticas que aquejan al sistema agroalimentario actual, tales como la contaminación del suelo y agua, la pérdida de la biodiversidad, escases de agua y energía, pobreza rural y la falta de organización de los productores, entre otras. Por tanto, es importante que dichas innovaciones sean diseñadas de acuerdo a las necesidades económicas, sociales, culturales y ambientales de las comunidades donde se deseen aplicar. Además, se requiere de la participación de los diferentes actores involucrados, tales como los productores, consumidores, universidades y centros de investigación, gobierno y otras instituciones, con el fin de que se desenvuelvan en un proceso de aprendizaje continuo, en el que se consideren los cambios de diseño, producción y comercialización de bienes agroalimentarios, lo cual permita alcanzar el desarrollo sustentable.

En ese sentido, es un hecho que el paradigma de desarrollo ha evolucionado, derivado de la creciente preocupación del ser humano por proteger su entorno, resultado de los problemas ambientales que vulneran el bienestar de la sociedad; esto ha dado lugar a la integración del concepto de sustentabilidad o desarrollo sustentable no sólo en aspectos ambientales o ecológicos, sino también en aspectos económicos, empresariales, científicos, tecnológicos y sociales.

En 1987 se formaliza el concepto “desarrollo sustentable” cuando la Organización de las Naciones Unidas (ONU) creó la Comisión Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y dio a conocer “El Informe Brundtland” o “Nuestro Futuro Común”, en el que define desarrollo sustentable como: “el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades”.

Posteriormente surge la Agenda 21 en 1992, los Objetivos del Milenio en el año 2000 y en fechas más recientes los Objetivos del Desarrollo Sostenibles (ODS) en el año 2016. Dichos objetivo gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012, en ellos las Naciones Unidas proponen un llamado

universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Además, los ODS proporcionan orientaciones y metas claras para su adopción por todos los países conforme a sus propias prioridades y desafíos (PNUD, 2016). Así mismo empresas, organizaciones no gubernamentales e instituciones, se han sumado al logro de estos objetivos.

En este sentido, el sistema agroalimentario posee una vinculación directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles, ya que según la FAO (2018), si nutrimos la tierra y apostamos por una agricultura sostenible, tanto las generaciones presentes como las futuras serán capaces de alimentar una población creciente. Asimismo, la agricultura, incluyendo los cultivos, la ganadería, la acuicultura, la pesca y los bosques, es el sector que más personas emplean en el mundo, el mayor sector económico en muchos países y, además, es la fuente principal de alimentos y de ingresos de aquellos que viven en pobreza extrema. Por tanto cobra relevancia la integración de los ODS dentro de las estrategias de desarrollo de los países así como en las acciones tomadas por los actores participantes del sistema agroalimentario.

En suma, la sustentabilidad ha cobrado un papel trascendental, dentro de las agendas mundiales, con el fin de abatir los problemas que aquejan a la sociedad y al ambiente; por tanto, las acciones que realicen los individuos, las organizaciones, las instituciones y los gobiernos, repercutirán en el objetivo de alcanzar el desarrollo sostenible.

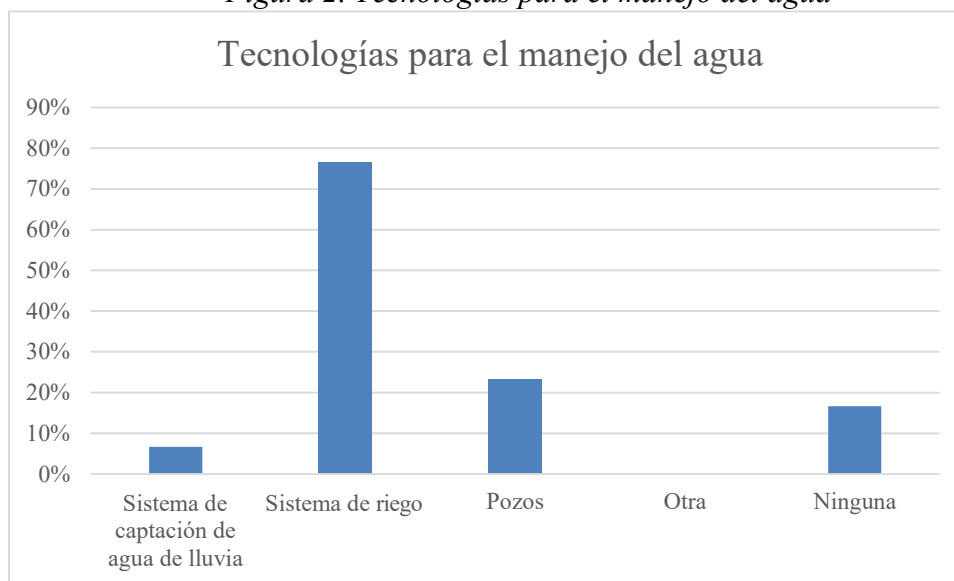
7. Resultados

Con base en la información obtenida a partir del cuestionario aplicado a 30 ejidatarios de la comunidad Paso Solano, Veracruz, se presentan algunos de los resultados que se han generado, derivados de los avances de la investigación, en curso.

El primer dato a reportar, está relacionado con el cuestionamiento del uso de tecnologías generadoras de energía renovable, donde el 100% de los productores entrevistados reportó no utilizar alguna tecnología renovable como los biodigestores, paneles fotovoltaicos, generadores eólicos, entre otras en sus procedimientos de producción.

Con relación al uso de tecnologías para el manejo del agua, el 7% de los ejidatarios utiliza algún tipo de sistema de captación de agua de lluvia; el 77% utiliza sistema de riego por goteo o por aspersión; el 23% cuenta con pozos con bombeo eléctrico y el 17% no hace uso de tecnologías relacionadas con el manejo del agua en sus cultivos (ver figura 2).

Figura 2. Tecnologías para el manejo del agua



Fuente: Elaboración propia

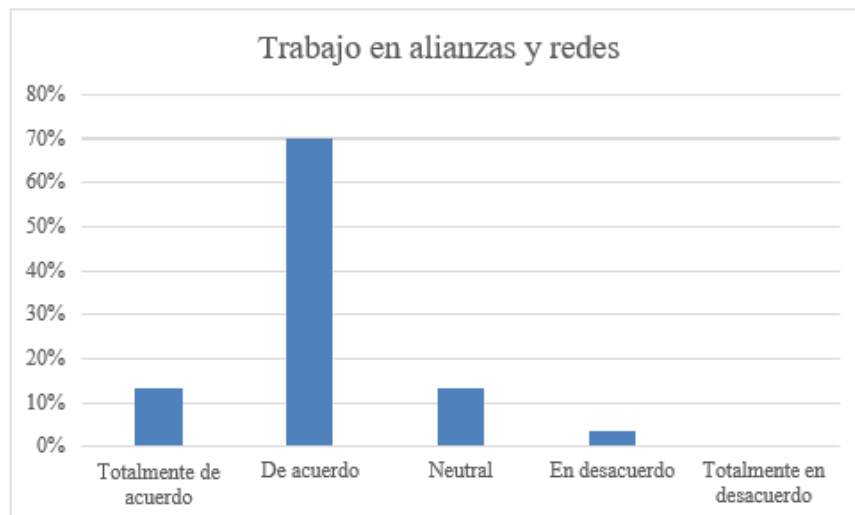
En cuanto al manejo de suelo y producción, el 27% de los productores utiliza semilla criolla. Por su parte, el 3% de los encuestados utiliza bioinsumos, en su caso, mencionan que guardan desechos de cultivos como las hojas y tallos para ser esparcidos en el suelo como abono. Por otra parte, ninguno de los encuestados practica la agricultura orgánica ni la agricultura de conservación, mientras que el 67% de los ejidatarios no aplica ninguna tecnología relacionada con el manejo de suelo y producción agrícola.

Por lo que se refiere al uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso productivo, este es exiguo, ya que únicamente el 7% de los encuestados hace uso del internet. Indican que lo utilizan para la búsqueda de información respecto al manejo de plagas y consulta de precios.

Además de las innovaciones tecnológicas, se tomaron en cuenta las innovaciones sociales y de gestión. Una de las preguntas está relacionada con la importancia que confieren los ejidatarios a adquirir conocimientos en temáticas de administración, contabilidad, mercadotecnia y costos, para emprender un negocio agrícola. Al respecto, el 77% de los ejidatarios considera que es importante adquirir conocimientos para emprender un negocio agrícola y el 23% considera que es muy importante.

Por otra parte, se buscó identificar qué tan de acuerdo se muestran los productores en conformar alianzas con universidades, empresas, gobierno y otros agricultores para la producción, transformación y venta de sus productos. En este sentido, el 70% de los encuestados está de acuerdo en trabajar en alianza con otros actores del sistema agroalimentario; por su parte, el 13% se mostró totalmente de acuerdo, mientras que otro 13% se manifestó neutral y un 3% en desacuerdo (ver figura 3).

Figura 3. Trabajo en alianzas y redes



Fuente: Elaboración propia

Los avances de la investigación y los resultados obtenidos, proporcionan información suficiente para establecer que la innovación juega un papel determinante en el desarrollo de los sistemas agroalimentarios sustentables y que su aplicación en el sistema agroalimentario de la comunidad Paso Solano, Veracruz representa una alternativa para alcanzar el desarrollo sustentable del mismo. Pero también hay que resaltar un hallazgo poco alentador, relacionado con el hecho de que la comunidad Paso Solano no ha incorporado el uso de tecnologías generadoras de energía renovable en su sistema agroalimentario, lo que confirma el atraso que se tiene a nivel nacional en el avance hacia la incorporación de tecnologías sustentables en los procesos de producción agrícola. Por otro lado, la comunidad sí muestra un avance en el uso de tecnologías para el manejo del agua, en específico, se observa un uso intensivo de sistemas de riego por goteo o por aspersión. Mientras que, para el manejo de suelo y producción, se observa un menor avance en el uso de estas tecnologías, ya que sólo un tercio de los productores utiliza semilla criolla y bioinsumos, lo cual representa una oportunidad para la mayoría de los ejidatarios para incorporar estas tecnologías, así como las tecnologías de la información y comunicación en las que también se encontró un rezago importante. Otra estrategia para incorporar la innovación y desarrollar el sistema agroalimentario de la comunidad Paso Solano, es que los productores agrícolas, en su mayoría, están de acuerdo en conformar alianzas con universidades, empresas, gobierno y otros agricultores para la producción, transformación y venta de sus productos. Sin duda este resultado es determinante para promover la innovación y mejorar los sistemas de producción agrícola, por lo que los actores mencionados, deben impulsar decididamente la cooperación y trabajo colaborativo con los productores agrícolas, para contrarrestar los problemas ambientales, la pobreza y desigualdad social en el país.

En la investigación, también se identificó que la innovación puede jugar un rol predominante en el desarrollo sostenible de la comunidad Paso Solano, Veracruz, en el sentido de que, al aplicar innovaciones tecnológicas, sociales y de gestión, se involucran temas relacionados con la producción sostenible, la conservación de los recursos naturales como el agua y la tierra, el aprovechamiento de las energías renovables, el uso de las tecnologías de la información y comunicación y la creación de empresas rurales, temas planteados en los

Objetivos de Desarrollo Sostenible, como por ejemplo: fin de la pobreza, hambre cero, energía limpia y no contaminante, producción y consumo responsables, vida de ecosistemas terrestres. Aunado a lo anterior, el objetivo número 17 (alianzas para lograr los objetivos) propone el trabajo en conjunto entre distintos actores como las universidades y centros de investigación, el gobierno, las empresas y la sociedad civil. Cada uno de ellos, podrá otorgar recursos de distinta índole, por ejemplo, las universidades generan el conocimiento que se transfiere a la sociedad, entre los que se encuentran los agricultores; el gobierno canaliza recursos financieros a través de programas de apoyo a los pequeños productores, los cuales involucran inversión en tecnología, maquinaria, insumos y capacitación para mejorar sus sistemas de producción, además podrá generar políticas públicas para el beneficio de los agricultores; las empresas participantes en las cadenas de valor del sistema agroalimentario se vinculan con productores y consumidores, quienes a su vez podrán demandar y ofertar productos de calidad, elaborados mediante un esquema sustentable, que genere beneficios ambientales, económicos y sociales.

8. Conclusiones

El crecimiento poblacional planetario demanda el incremento constante de productos agrícolas a nivel global. Esa presión por atender la demanda de alimentos, sobrelleva la sobreexplotación de los recursos naturales y a que la agricultura contribuya de manera directa con entre 10 y 12 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a que los suelos agrícolas y el ganado emiten grandes cantidades de gases a la atmósfera. De acuerdo con la FAO (2018), el 25% de las tierras del planeta se encuentran degradadas y el 40% de ellas, están ubicadas en zonas de alta marginación.

Es destacado que la innovación ha jugado un papel significativo en el desarrollo económico y social. En el caso de la agricultura, la innovación ha contribuido en el incremento de la productividad agrícola, la diversificación de productos y reserva de alimentos para satisfacer a una población en constante crecimiento y, con ello, disminuir los magros rezagos sociales que caracterizan el sector rural.

No obstante, en México, pese a tener una gran extensión territorial, alta biodiversidad y capital humano capacitado, existen aspectos que frenan el desarrollo del sistema agroalimentario, como la desigualdad, los fenómenos meteorológicos, políticas públicas insuficientes, desvalorización de la cultura agrícola, escasa vinculación entre los actores del sistema, nulo reconocimiento de la innovación como fuente de competitividad, entre otros. Por tanto, el principal reto al que se enfrentan los actores participantes del sistema agroalimentario, es la generación de alianzas y redes, con el fin de crear sinergias para contrarrestar la problemática que aqueja al actual sistema agroalimentario mexicano.

En el caso de la comunidad Paso Solano en Veracruz, México, se identifica una gran asimetría y rezago en el uso de la innovación. Es cierto que se reportan avances en el uso de tecnologías para el manejo del agua, del suelo y producción, pero en lo referente a la incorporación de tecnologías generadoras de energías renovables, hay un rezago notable, al igual que en el uso de las tecnologías de la información y comunicación donde se manifiesta un magro avance.

9. Referencias

- Alianza por la salud alimentaria. (2018). Alianza por la salud alimentaria. Recuperado el mayo de 2018, de <http://alianzasalud.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/manifiesto-sistema-alimentario-justo-sustentable.pdf>
- Amador Bedolla, C. (2013). Sustentabilidad. Revista digital universitaria.
- Arcos , C., Suárez , M., & Zambrano, S. (2015). Procesos de Innovación Social (IS) como fuente de transformación social de comunidades rurales. Revista Academia y Virtualidad, 85-99. Recuperado el 1 de agosto de 2018
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., & Smith, P. (2008). Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Holanda: University of Aberdeen-Greenpeace.
- Banco Mundial (2018). Banco Mundial. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- Canatelli , B., Masi, A., & Molteni, M. (2012). Green Technology Implementation in Developing Countries: Opportunity Identification and Business Model Design. En A. Nicholls , & A. Murdock, Social Innovation (págs. 248-267). Londres: Palgrave Macmillan.
- Cárdenas , M. J. (2010). Costos económicos del cambio climático en México. En Greenpeace, México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación (págs. 46-50). México: Greenpeace México. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf>
- CONEVAL. (2016). CONEVAL. Recuperado el 31 de julio de 2018, de https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Veracruz/PublishingImages/Veracruz_cuadro1.JPG
- Daly, H. (1990). Toward some Operational Principles of Sustainable Development. Ecological Economics, 1-6. Recuperado el 1 de agosto de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1214391&pid=S1850-0013200800020000600008&lng=es
- Delgado , G., Gay, C., Imaz , M., & Martínez, M. A. (2010). México frente al cambio climático. UNAM: México.
- Delgado, M. (2010). El Sistema Agroalimentario Globalizado: Imperios alimentarios y degradación social y ecológica. Revista de Economía Crítica, 32-61. Recuperado el 30 de abril de 2018
- FAO. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. Roma: FAO.
- FAO. (2017). FAO. Recuperado el 10 de marzo de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i7053s.pdf>
- FAO. (2018). Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS. Roma: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I9900ES/i9900es.PDF>
- FAO-CELAC. (2017). FAO. Recuperado el 05 de febrero de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i7769s.pdf>
- FAO-CELAC (2017). Sistemas de innovación para el desarrollo rural sostenible. Santiago: CELAC. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i7769s.pdf>
- Gee, S. (1981). Technology transfer, Innovation & Internacional Competitiveness. Wiley&Sons: Nueva York.
- Goodland, R., & Herman, D. (1993). The Urgent Need for Rapid Transition to Global Environmental Sustainability. Environmental Conservation, 297-309.
- Ibarrarán, M. E., & Rodríguez, M. (2007). Estudio sobre economía del cambio climático en México. México: Instituto Nacional de Ecología-Universidad Iberoamericana.
- INEGI. (2007). <http://www.inegi.org.mx>. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/ca2007/resultados_agricola/default.aspx
- INEGI. (2015). INEGI. Obtenido de <http://www.inforural.com.mx/mexico-5-5-millones-personas-dedicadas-al-trabajo-agricola-inegi/>
- INEGI. (2018). Mujeres y hombres en México 2018. Aguascalientes: Gobierno de la República. Obtenido de http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/MHM_2018.pdf
- Krause, M. (1995). La Investigación Cualitativa. Un campo de posibilidades y desafíos. Temas de Educación, 19-39. Recuperado el 1 de agosto de 2018
- Levy, Y., & Ellis, T. (2006). A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research . Informing Science Journal, 181-212.
- Minutti, M. (16 de mayo de 2007). Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla. Recuperado el 11 de diciembre de 2017, de

- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mno/minutti_1_m/portada.html
- Muñoz, M., & Altamirano, R. (2008). Modelos de Innovación en el Sector Agroalimentario Mexicano. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 185-211.
- Muñoz-Rodríguez, M., & Altamirano-Cardenas, R. (2008). Modelos de Innovación en el Sector Agroalimentario Mexicano. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 185-211.
- ONU. (29 de mayo de 2017). <http://www.un.org>. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/>
- Oswald, Ú. (2018). Antropoceno, crisis alimentaria, crisis del agua. En F. Torres, J. Tolentino, & E. Martínez, *Situación agroalimentaria y desarrollo en México* (págs. 73-107). México: UNAM-III.
- Pavón, J., & Goodman, R. A. (1976). *La planificación del desarrollo tecnológico*. Madrid: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. Recuperado el 1 de agosto de 2018
- PNUD. (2016). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Obtenido de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Raworth, K. (2012). Oxfam. Recuperado el 29 de mayo de 2017, de <https://www.oxfam.org/en/research/safe-and-just-space-humanity>
- Rockström, J., Steffen, W., & Folley, J. (29 de septiembre de 2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 472-475. doi:10.1038/461472a
- SAGARPA. (2009). SAGARPA. Recuperado el mayo de 2018, de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/veracruz/Documents/Evaluaciones%20Externas/2009/2009%20-%20Diagn%C3%B3stico%20Regional.pdf>
- SAGARPA. (2018). Atlas agroalimentario 2012-2018. México: SIAP. Schumpeter, J. A. (1998). *El desenvolvimiento económico*. México: FCE.
- SEDARPA. (2011). Programa Veracruzano de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca 2011-2016. Recuperado el 2018 de julio de 31, de <http://www.veracruz.gob.mx/agropecuario/wp-content/uploads/sites/11/2011/09/Programa-sectorial-de-desarrollo-agropecuario-2011-2016.pdf>
- Solleiro, J. L., & Del Valle, M. d. (1996). *El cambio tecnológico y las agroindustrias en México*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Sonnino, A., & Ruane, J. (2011). FAO. Recuperado el 15 de diciembre de 2017, de <http://www.fao.org/docrep/018/ar635s/ar635s.pdf>
- Thornton, R. (2006). Los 90's y el nuevo siglo en los sistemas de Extensión Rural y Transferencia de Tecnologías Públicos, en el MERCOSUR. Argentina: INTA.
- Vargas Sánchez, G. (2006). *Introducción a la teoría económica*. México: Pearson.
- Zarazúa, J. A., Solleiro, J. L., Altamirano, R., Castañón, R., & Rendón, R. (2009). Esquemas de innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. *Estudios Sociales*, 17(34), 38-72. Recuperado el 27 de noviembre de 2017

O tripé da sustentabilidade: um desafio na gestão de incubadoras portuguesas e brasileiras

Maria Carolina Martins Rodrigues
CIEO – Universidade do Algarve, Portugal
rodriguescarolina@live.com.pt

Tais Pentiado Godoy
PPGA/UFSM, Brazil
taispeniado@yahoo.com.br

Luciana Aparecida Barbieri da Rosa
PPGA/UFSM, Brazil
lucianaaparecidabarbieri@yahoo.com.br

Jordana Marques Kneipp
PPGA/UFSM, Brazil
jordana.mk@gmail.com

Luana Ines Danke
PPGA/UFSM, Brazil
luanadamke@hotmail.com

Clandia Maffini Gomes
PPGA/UFSM, Brazil
clandiamg@gmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo foi analisar a percepção que os gestores de duas incubadoras, uma portuguesa e outra brasileira, têm sobre a sustentabilidade das suas empresas incubadas. A metodologia aplicada foi a qualitativa, através de um estudo de casos múltiplos a duas incubadoras de empresas, tendo os dados sido recolhidos através de entrevistas semiestruturadas dirigidas aos gestores, constituída por 35 questões, divididas em três blocos segundo os três pilares clássicos da sustentabilidade. (económico, social e ambiental) adaptados dos estudos Gallardo-Vazquez e Sanchez-Hernandez (2012); Gallardo e Sánchez (2012); Gallardo-Vazquez et al., (2012); Martins- Rodrigues (2018); Montiel (2008); Turker (2009); Agudo-Valiente et al., (2012); Lu et al., (2012); Pérez et al., (2012). Para a análise das entrevistas utilizou-se a técnica da análise de conteúdo, da maneira tradicional. Os resultados refletem uma proximidade cultural entre os dois países Portugal e Brasil, que além de terem uma língua comum e convergências históricas, as incubadoras estão situadas em locais similares, mas, com níveis de desenvolvimento diferentes. É fundamental o papel das incubadoras no apoio à criação e desenvolvimento das incubadas, e têm o dever de estimular a adoção de práticas no que tange ao tripé da sustentabilidade, pois é um dos elementos chaves para garantir ecossistemas empreendedores.

Palavras-chave

Incubadoras; Desenvolvimento Sustentável; *Startups*; Empreendedorismo

1. Introdução

O grande desafio da humanidade consiste em desenvolver novas tecnologias sem comprometer o meio ambiente e, ao mesmo tempo, assegurar a qualidade de vida da sociedade. Embora a sustentabilidade seja tema central, tanto nos discursos de implementações das políticas governamentais e programas regionais, assim como nos discursos da maioria das empresas, observa-se descaso na implementação dos seus princípios básicos na prática. Há muito tempo, reconhece-se que o mundo, encontra-se em um processo de mudança acelerada, desta maneira precisa-se encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem afetar o meio ambiente e sem reduzir os recursos naturais.

Em 1987 o Relatório de Brundtland (Organização das Nações Unidas, 1987), aponta para a necessidade de atender as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades. Desde então, há um esforço para a construção de uma sociedade mais sustentável. A sustentabilidade dos negócios converteu-se em uma luta constante, não só para assegurar que as gerações futuras tenham os meios para sobreviver, mas também para satisfazer as necessidades do presente, sem causar deterioração ao meio ambiente.

Neste contexto de permanente mudança, surgem as incubadoras de bases tecnológicas, como motores de desenvolvimento sustentável empreendedor, que servem de apoio para o desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis. Assim, dando suporte para o desenvolvimento local das regiões em cooperação com as Administrações Públicas e com as Instituições de Ensino Superior. As incubadoras, particularmente as que incorporam empreendimentos de inovação e de base tecnológica, podem se tornar um poderoso catalisador no desenvolvimento sustentável. Não apenas por auxiliarem as empresas a se tornarem organizações autossustentáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental, mas também pela sua capacidade de induzir tais negócios a adotarem práticas socioambientais.

Contudo, para que a abordagem teórica seja efetiva na prática, torna-se necessário que o capital intelectual das incubadoras esteja alinhado com as empresas incubadas, de forma constante e eficaz. A transferência de conhecimento, na forma de gestão, de relações e contatos, terá impacto nas empresas incubadas, pois assim facilita a inovação, assegura a sustentabilidade e garante o sucesso competitivo no mercado.

A literatura acadêmica, tem-se preocupado em estudar, em diferentes lugares do mundo, o papel das incubadoras no desenvolvimento das regiões, seja em países desenvolvidos (Parakhina et al., 2015), incluindo Portugal (Ratinho; Henriques, 2010), ou países em desenvolvimento (Lalkaka, 2003). Ao mesmo tempo, a literatura acadêmica mais recente defende o desenvolvimento sustentável corporativo (Gladwin et al., 1995; Barkemeyer et al., 2014). A sustentabilidade é uma oportunidade para que as empresas agreguem valor e diferenciação aos seus processos, produtos e serviços, tornando-se mais competitivas no mercado. Pode-se dizer que uma empresa que não desenvolver práticas sustentáveis, não será competitiva no mercado.

Nos processos de incubação o desafio é formar e desenvolver empresas sustentáveis (Lose e Tengeh, 2015), neste contexto, sabe-se que as incubadoras apoiam os empreendedores com ideias inovadoras sustentáveis, criando oportunidades de interação entre os setores empresariais e acadêmicos, criando empregos e incentivando para o desenvolvimento tecnológico sustentável.

Desse modo, o presente estudo possui como objetivo analisar a percepção de gestores de

incubadoras portuguesas e brasileiras sobre a aplicação dos três pilares da sustentabilidade.

A partir deste objetivo, e após esta breve introdução, o trabalho encontra-se dividido em quatro sessões. A primeira seção apresenta a temática da sustentabilidade e sua inserção nas empresas incubadas e; a segunda apresenta a metodologia adotada para esta análise; a terceira parte descreve os resultados do estudo e a quarta parte apresenta as considerações finais do estudo, suas implicações, limitações, assim como as linhas futuras de investigação.

2. Revisão da literature

2.1. *Incubadoras de empresas e o desafio da sustentabilidade*

Na literatura verifica-se que existem diversas definições de incubadoras de empresas. Macedo e Boava (2009) colocam que para descrever o conceito de incubadora de empresas, primeiro é necessário explicar o conceito de incubar. Segundo os autores, etimologicamente o termo vem do latim “incubo”. Em português a sua origem data de 1540. O termo também está relacionado com o verbo latino “*incubare*” do século XIV e significa “estar deitado sobre”. O conceito de incubadora de empresas está normalmente ligado a empresas que propiciam e criam um ambiente favorável à criação e desenvolvimento de empresas nascentes/startups e pequenas e médias empresas (PMEs) (Korontai *et al.*, 2016).

No fomento ao empreendedorismo, os serviços vão incidir mais na formação de empreendedores e na procura de financiamento com a criação de fundos específicos e o recurso às chamadas *Business Angels*. A incubação, como geradora de conhecimento, está cada vez mais ligada às universidades públicas (polos e parques de ciência tecnológicos) e privadas e as grandes empresas, com incubadoras próprias. A criação de incubadoras, nos países como a China, Índia, Brasil, África, Israel, Suécia e Finlândia, que têm uma experiência consolidada de inovação, são abrangidas por subsídios para apoio à inovação, à transferência de tecnologia e o desenvolvimento de recursos humanos, e apoiadas por uma infraestrutura de parques tecnológicos ligados aos centros de investigação e desenvolvimento e as universidades (Fernández e Jiménez, 2011).

Segundo Caetano (2012), existem diversos tipos de incubadoras, dependendo do tipo de empresas, cada uma com o seu modelo de funcionamento. No entanto, e no que diz respeito as características de base, existem quatro componentes comuns: espaço físico compartilhado que é alugado em condições favoráveis para as empresas incubadas; serviços de apoio compartilhados permitindo redução de custos; serviços às empresas de gestão ou consultoria, contabilidade profissional; networking. De acordo com, Inovates (2016) as incubadoras são consideradas como centros que estimulam a criação de *startups*, sendo classificados em oito tipos: Base Tecnológicas, Tradicional, Mistas, Setorial, Cultural, Social, Agroindustrial e Cooperativa.

Devido a crescente importância das novas tecnologias, nos países desenvolvidos, principalmente, houve necessidade de ser definido um programa de incubação tecnológica como sistema inovador delineado para apoiar empreendedores no desenvolvimento de *startups* de base tecnológica, ou jovens empresas em fase de crescimento. Neste sentido, fazer a ligação entre talento, tecnologia, capital e *know-how* irá acelerar o desenvolvimento das *startups* conduzindo a uma célere comercialização de tecnologias (Caetano, 2012).

Segundo Rosa (2014), dada a importância das incubadoras, torna-se fundamental desenvolver programas e projetos que promovam o empreendedorismo inovador nas

universidades, com o objetivo de conceber e fortalecer novas estratégias no processo de desenvolvimento econômico. Assim, salienta-se que o papel da interação entre ensino e pesquisa para o desenvolvimento dessas inovações tecnológicas, bem como a interação com o setor privado são fundamentais para desenvolver ideias adequadas à realidade do mercado, e com o setor governamental, que pode atuar como financiador das transformações tecnológicas.

Desta forma, pode-se dizer que as incubadoras procuram incentivar o espírito inovador por meio do uso de tecnologias avançadas nas suas incubadas. A inovação além de ser uma fonte de vantagem competitiva para as empresas (Figueiredo, 2015) é ainda, um fator determinante para o desenvolvimento de territórios, para o desenvolvimento da região e do país onde se encontra a empresa inovadora.

Assim, Isaksson e Steimle (2009) mencionam que o grande desafio das empresas é conseguir transparecer a maneira na qual gerenciam as questões de sustentabilidade, comportando-se de forma responsável nas dimensões ambiental e social enquanto alcançam os seus objetivos econômicos. Quando se aborda o termo sustentabilidade, está a ser abordado não apenas o contexto ambiental, mas também o social e econômico, formando os três pilares para o desenvolvimento sustentável.

Assim sendo, a integração entre esses três aspetos é denominada por Elkington (1998) como *Triple Bottom Line* (TBL). A expressão TBL, também conhecida por Tripé da Sustentabilidade, se refere aos pilares que devem nortear a gestão das empresas para a sustentabilidade. O pilar ambiental trata da preocupação com o meio ambiente e o uso dos recursos naturais, o pilar econômico refere-se às boas práticas de tratamento de desperdícios e uso consciente de recursos, enquanto o pilar social está ligado aos recursos humanos, capital social, com a preocupação de diminuir, ou pelo menos evitar a desigualdade social (Elkington, 1998). Dessa forma, a sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspetos económicos, sociais e ambientais da sociedade humana.

Contudo, a sustentabilidade não é um termo novo no mundo dos negócios, de modo que as empresas, independentemente do tamanho e do setor comercial, devem estar aptas a se engajarem em prol da sustentabilidade. Os motivos são visíveis, pois qualquer empresa em suas ações terá um impacto no meio ambiente, incluindo várias implicações positivas (Berzau, 2017), como a criação de emprego, inovação e lançamento de novos produtos ou serviços que promovam o desenvolvimento da sociedade. O crescimento de uma empresa está vinculado ao desenvolvimento sustentável, sendo que, a sustentabilidade frequentemente é usada para fornecer motivações para integrar aspetos sustentáveis em processos de negócios (Maletic *et al.*, 2014).

Nota-se que, a sustentabilidade é o tema do momento no mundo empresarial. Segundo Sgarbi *et al.*, (2008), os estudos sobre a sustentabilidade têm apresentado um crescente interesse na comunidade acadêmica, despertando não só o interesse dos estudiosos da área socioambiental, mas também dos pesquisadores de temas como estratégia, competição, gestão, entre outros. Assim, identificam-se vários marcos científicos e mediáticos que contribuíram para o aumento das atenções voltadas para a questão da sustentabilidade. Pode-se dizer, que a sustentabilidade é uma oportunidade para que as empresas agreguem valor e diferenciação aos seus procedimentos, produtos e serviços, tornando-se mais competitivas no mercado.

De uma maneira geral, Perdomo *et al.* (2016) mencionam que as incubadoras de sucesso são aquelas que sabem adaptar-se às mudanças do meio ambiente e, nesse processo de mudança organizacional e institucional, são capazes de transformar esse meio. Isto pode ocorrer quando se consegue impulsionar a inovação no modelo de acompanhamento e incubação de empresas, por meio de uma rede propícia para o empreendimento.

No próximo capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos do estudo.

3. Metodologia

O presente estudo procurou analisar a inserção da sustentabilidade em duas incubadoras, uma Portuguesa e outra Brasileira. No Brasil, foi estudada a Incubadora Diamante localizada na cidade de Santa Maria /RS e em Portugal, estudou-se na região de Leiria, a Incubadora Esmeralda.

A metodologia utilizada foi a qualitativa, através de um estudo de casos múltiplos, os dados foram recolhidos através de entrevistas semiestruturadas dirigidas aos seus gestores. Foram enviados emails para os Diretores das respectivas incubadoras onde era solicitada a marcação de uma reunião para fazer uma entrevista em profundidade sobre o tema de estudo. Elaborou-se um guião da entrevista, constituído por 35 questões, divididas em três blocos segundo os três pilares clássicos da sustentabilidade, para saber em que medida as empresas introduziram as medidas de sustentabilidade necessárias segundo a literatura académica. As entrevistas foram realizadas entre 10 de abril e 10 de maio de 2018. Cada entrevista durou aproximadamente de 30 minutos. A técnica para a análise dos dados foi à análise de conteúdo.

Os delineamentos desta pesquisa deram-se em função do objetivo e da abordagem do problema. No que diz respeito ao objetivo, esta pesquisa consiste de um estudo do tipo exploratório. No que concerne à abordagem do problema, o estudo utilizou-se da abordagem qualitativa.

No próximo tópico serão discutidos os resultados da pesquisa.

4. Análise dos resultados

4.1. Perfil das empresas

Nesta seção, são apresentados os resultados das principais características organizacionais das incubadoras.

A Esmeralda (E1), incubadora de base tecnológica, tem como objetivo contribuir para a promoção da Inovação, do Empreendedorismo e criação de Emprego, através do lançamento de empresas com conceitos inovadores e do estímulo à cooperação empresarial, com impacto na produtividade e na competitividade regional e nacional. O edifício é constituído por três pisos concebidos numa perspetiva de flexibilidade espacial, como forma de garantir a possibilidade de agrupamento de áreas com vista à obtenção de uma variada base de possibilidades de organização de espaços, é dividido em módulos permitindo acolher simultaneamente empresas de carácter industrial (até 8) e empresas de serviços (até 24). O edifício está situado na Zona Industrial da Cidade da Região de Leiria.

A Empresa Diamante (E2) incubadora de empresas de base tecnológica, tem como objetivo seleccionar, abrigar e dar suporte a empresas de cunho inovador, frutos de projetos, de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico de membros da comunidade de uma universidade. É responsável pela organização dos programas de pré-incubação e Incubação, além de todas as outras atividades quem vem sendo desenvolvidas e amplamente divulgadas à comunidade santa-mariense ao fomento da cultura empreendedora, possui 11 empresas incubadas das mais diversas áreas.

As incubadoras têm como objetivo estimular e operacionalizar a visão empreendedora

da comunidade através dos Programas de pré-incubação, incubação, além de outros eventos organizados com os seus parceiros. Entre os resultados, destaca-se: criar soluções inovadoras, empreendedores com habilidades de gestão, formação de rede de negócios, aumentar a taxa de sobrevivência das empresas, fomento de uma cultura empreendedora e estímulo a projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação entre Universidade- empresa.

4.2. Informações das Empresas incubadas

Os serviços incluídos no valor mensal pago pelas empresas incubadas na Incubadora Esmeralda inclui, além da utilização do espaço próprio de incubação, equipado com kit básico de mobiliário, recepção, fornecimento de água e eletricidade, climatização (ar condicionado), telefone e fax, reprografia, acesso a bases de dados, rede informática e rede de dados e voz (internet e vídeo conferência), salas de reuniões e sala multiusos. Utilização do endereço da Esmeralda para efeitos de sede social, atendimento telefônico de chamadas da empresa, serviços básicos de aconselhamento, recepção de correio e biblioteca. Além das informações explanadas existem os serviços de apoio que contemplam o suporte à constituição e legalização das empresas, formação, workshops. Apoio à divulgação das tecnologias desenvolvidas, aconselhamento sobre os programas de incentivos mais adequados aos projetos, apoio no acesso a capital de risco, apoio na elaboração de planos de negócios, participação em redes de cooperação nacionais/estrangeiras, apoio na implementação e gestão de sistemas de garantia da qualidade, apoio na implementação e gestão de sistemas de higiene, saúde e segurança no trabalho.

Já o valor mensal pago pelas empresas incubadas da Incubadora Diamante inclui serviços de recepção em horário de operação e atendimento da incubadora, limpeza e manutenção básica das áreas comuns e áreas internas uma vez por semana, disponíveis apenas nos horários de operação e atendimento básico da incubadora, endereço postal, serviço de rede interna de comunicação, fornecimento de água e energia elétrica nas áreas de uso comum para atividades administrativas, acesso às instalações 24 horas pelas pessoas credenciadas, inclusive durante os fins de semana e feriados, acesso a rede Wi-Fi e acesso à rede de energia elétrica.

Os serviços de apoio são compostos por acompanhamento e orientação na atualização do Plano de Negócio, planejamento estratégico e planos de ação das empresas incubadas, orientação para proteção de propriedade intelectual, orientação na elaboração, submissão e gestão de projetos junto a órgãos de fomento e para levantamento de recursos, organização de seminários, eventos de negócios e cursos de orientação empresarial, atendidas as possibilidades administrativas da Incubadora, serviços de consultoria e/ou assessoria especializada, despesas com fotocópias, encadernações e ligações telefônicas.

No próximo tópico será explanado as práticas relacionadas ao tripé da sustentabilidade nas incubadoras.

4.3. Sustentabilidade nas Incubadoras Esmeralda e Diamante

4.3.1. Sustentabilidade Económica

No pilar económico da sustentabilidade (*Tabela 1*) são analisadas as variáveis ligadas ao fornecimento de produtos/serviços. Sabe-se que devem ser fomentadas políticas de compras responsáveis, de relações comerciais com as empresas da região. Não é menos importante ter

em conta as políticas de preços em relação com a qualidade oferecida, de colaboração e benefício mútuo com os fornecedores e de tratamento de reclamações (Martins-Rodrigues, 2018).

Relativamente às variáveis fornecimento de produtos/serviços de alta qualidade aos clientes e cumprimento dos padrões nacionais e internacionais de qualidade e melhores níveis de preços em relação com a qualidade oferecida, tanto a Incubadora Esmeralda como a Incubadora Diamante, estão preocupadas com a qualidade. Portanto, as empresas têm que dar o seu melhor para serem mais competitivas, principalmente dos concorrentes internacionais, implementando estratégias que reflitam como fazer o melhor para sobreviverem.

No que se refere, às informações completas e precisas aos clientes sobre os seus produtos/serviços e respeito pelos direitos dos consumidores identificou-se que, é um ponto fraco na Incubadora Esmeralda e um ponto forte na Incubadora Diamante.

A variável relações estáveis, de colaboração e benefício mútuo com os fornecedores é um ponto forte para as duas incubadoras. A inclusão de compras responsáveis no dia a dia não é ainda uma prioridade para as incubadas.

Quanto à questão Fomento das relações comerciais com as empresas da região, as incubadoras estimulam as incubadas a darem preferência por fornecedores regionais. Não existem apoios públicos regionais ou nacionais para as empresas incubadas, as duas incubadoras entrevistadas recebem apoios de universidades.

4.3.2. Sustentabilidade Social

Em relação ao pilar da sustentabilidade social (*Tabela 2*) e no que toca à contratação de pessoas em risco de exclusão social e de pessoas com deficiência no mundo empresarial, tanto na Incubadora Esmeralda como na Diamante existe a consciência da importância, mas não há nenhuma ação concretizada na seleção, pois não são prioridades em suas estratégias de recursos humanos, pois, são empresas muito jovens constituídas por uma ou duas pessoas, bem como, em relação à Saúde e segurança no trabalho são considerados os critérios mínimos legais exigidos.

Portanto, melhorar a qualidade de vida dos seus colaboradores é uma preocupação presente nas Incubadoras analisadas. Já em relação ao pagamento de salários acima da média do setor e relacioná-los com as competências e os rendimentos que obtêm os colaboradores e aos Planos de pensões para os colaboradores, como se referiu tratam-se de jovens empresas que ainda não possuem condições para pagarem salários acima da média.

O comprometimento com a criação de emprego (estagiários, criação de novos postos de trabalho, etc.) é importante nas empresas incubadas das Incubadoras Incubadora Esmeralda e Diamante. Segundo a Incubadora Diamante, as incubadas: “têm sempre estagiários das universidades a que estão ligados, mas quando as empresas começam a crescer aí sim, essa preocupação é mais forte,”.

No que se refere à formação e o desenvolvimento profissional dos seus colaboradores, as duas incubadoras procuram sempre incentivar os seus colaboradores a realizar cursos e pós-graduações.

As sugestões dos seus colaboradores nas decisões de gestão são consideradas importantes pelas incubadas, apesar de que muitas dessas propostas não são colocadas em prática devido à situação económica das incubadas. A igualdade de oportunidades para todos os colaboradores é um ponto forte na Incubadora Esmeralda pela própria estruturação de layout

que permitem mecanismos de diálogo dinâmicos com os colaboradores.

Quanto à participação em projetos sociais destinados à comunidade e incentivos para participar em atividades voluntárias ou em colaboração com as ONG, são ações praticadas nas duas incubadoras, mas é importante ressaltar que na Incubadora Diamante são ações mais pontuais.

4.3.3. *Sustentabilidade Ambiental*

O terceiro pilar da sustentabilidade é o ambiental (*Tabela 3*). O ambiente é uma das maiores preocupações a nível global (Bird *et al.*, 2007; Wahba, 2008 e Gallardo-Vazquez, *et al.*, 2012; citado em Martins-Rodrigues, 2018). As empresas preocupam-se cada vez mais com este pilar da sustentabilidade (Welford *et al.*, 2007).

No que corresponde a minimizar o impacto ambiental e utilizar consumíveis, trabalhos em curso e/ou produtos processados de baixo impacto ambiental é um ponto forte para as Incubadoras Esmeralda e Diamante. Para a Esmeralda a economia de energia e introdução de fontes de energia alternativas é um ponto fraco, enquanto na Diamante todos utilizam fontes de energia renovável. A proteção e valorização do ambiente natural não é aplicável a nenhuma das empresas. Já relativamente ao planeamento dos investimentos na redução do impacto ambiental que geram é muito importante para a Esmeralda e não se aplica à Diamante pois as incubadas não geram ainda impacto ambiental por serem ainda muito jovens.

As empresas incubadas do presente estudo reciclam computadores, telemóveis, pilhas, sendo a redução das emissões de gases, resíduos e reciclagem de materiais um ponto forte. A utilização, compra ou produção de produtos ecológicos não é primordial para as *startups*. Por último, temos a questão do uso de vasilhame e embalagens recicláveis, que é um ponto importante para a Esmeralda e menos importante para a Diamante. Por exemplo, referem que o custo do papel reciclado é superior ao do papel normal, o que impacta na sustentabilidade económica das empresas; e, mencionaram ainda que, devido à localização da fábrica, tem acrescido ao preço o custo de transporte e o custo ambiental.

5. Considerações finais

Neste artigo analisou-se a percepção das Incubadoras sobre a aplicação dos três pilares da sustentabilidade em suas startups. A incubadora Esmeralda tem características similares à Incubadora Diamante, não revelam diferenças significativas, refletem uma proximidade cultural entre os dois países, Portugal e Brasil, uma linguagem comum, mas com diferentes níveis de desenvolvimento.

A sustentabilidade das empresas incubadas responde ao padrão multidimensional de três dimensões, a económica, a social e a ambiental, que são complementares não podendo ser consideradas isoladamente. O pilar ambiental trata a preocupação com o meio ambiente e o uso dos recursos naturais; o pilar económico refere-se às boas práticas de tratamento de desperdícios e uso consciente de recursos; enquanto o pilar social está ligado aos recursos humanos, capital social, com a preocupação de diminuir, ou pelo menos evitar a desigualdade social (ONU, 2015). As empresas devem fazer a integração dos três pilares da sustentabilidade: económico, social e ambiental nas suas estratégias e, os gestores comprometerem-se a implementá-las criando ações concretas e aplicando-as a todos os stakeholders. (Martins-Rodrigues, 2018).

Com a criação das incubadoras de empresas o paradigma da sustentabilidade aparece como um guia de ação que, a partir de uma abordagem teórica, conduz ao sucesso competitivo. Assim, O objetivo deste estudo foi verificar a percepção que os gestores das empresas que prestam serviços de incubação a empresas jovens, as incubadas, têm sobre a repercussão na sua sustentabilidade. E, verificou-se que, a sustentabilidade das empresas incubadas responde a todas as dimensões multidimensionais, a economia, a social e a ambiental.

Dos três pilares da sustentabilidade, o social é responsável por avaliar a quantidade e a qualidade que uma empresa investe no desenvolvimento da educação, saúde e habilidades práticas, e é o que as empresas menos investem. Em relação ao pilar ambiental, que é uma das maiores preocupações a nível global, considera a redução da degradação e manutenção dos capitais naturais existentes, constata-se que, as startups ainda não têm esta preocupação em virtude de serem muito jovens. Por último, temos o pilar económico que é responsável por analisar se a atividade da empresa é sustentável, e se se podem manter as inovações adotadas pela empresa de forma competitiva a longo prazo, e ainda se a empresa é economicamente sustentável. As duas incubadoras criam eventos para demonstrar a importância dos três pilares da sustentabilidade, dando maior relevância ao pilar ambiental.

As limitações do estudo derivam do tamanho da amostra utilizada. Além disso, as entrevistas foram recolhidas num determinado tempo, sem podermos efetuar comparações temporais. Com base nas limitações sugere-se para futuros estudos ampliar a amostra para um maior o número de incubadoras nos dois países, para verificar diferenças próprias de cada ecossistema.

6. Referencias

- Agudo-Valiente, J. M., Garces-Ayerbe, C., & Salvador-Figueras, M. (2012). Social responsibility practices and evaluation of corporate social performance. *Journal of Cleaner Production*, 35, 25-38.
- Allen, D., & McCluskey, R., 1990. Structure, Policy, Services and Performance in the Business Incubator Industry. *Entrepreneurship, Theory and Practice*, 15(2), 61-77.
- Barkemeyer, R., Holt, D., Preuss, L., & Tsang, S. (2014). What happened to the 'development' in sustainable development? Business guidelines two decades after Brundtland. *Sustainable Development*, 22(1), 15-32.
- Berzau, L. (2017). *Process Steps in Sustainable Supply Chain Management*. Published by: Forum for Sustainable Development of German Business Oberwallstrabe 24, 10117. May 2017. Acessado em: 02 fev. 2018. <http://www.vwgroupsupply.com/one-kbpub/media>.
- Caetano, D. (2012). *Empreendedorismo e Incubação de Empresas*. Bonomics.
- Elkington, J. (1998). *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. 2nd ed. Capstone Publishing Ltd., Oxford.
- Fernández, M.T.F., & Jiménez, F.J.B. (2011). Incubación de Empresas y Soft Landing Empresarial en los Países Socios Mediterráneos. *ICE - Julio-Agosto*, 86, 161-174.
- Figueiredo, P.N. (2015). *Gestão da Inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil*. Rio de Janeiro: LTC.
- Gallardo-Vazquez, D., & Sanchez-Hernandez, M.I. (2012). *La responsabilidad social empresarial en Extremadura*. Fundación Obra Social La Caixa: Badajoz.
- Gallardo Vázquez, D., Sánchez-Hernández, M.I., & Castilla-Polo, F. (2012). *Modelización estructural de la orientación a la responsabilidad social en las sociedades cooperativas y su impacto en los resultados*. II Congresso Ibero-Americano de Responsabilidade Social, Lisboa 2012, CRIARS, Lisboa.
- Gladwin, T.N., Kennelly, J.J., & Krause, T.S. (1995). Shifting paradigms for sustainable development: Implications for management theory and research. *Academy of management Review*, 20(4), 874-907.
- Inovates. (2016). Tipos de Incubadoras. Disponível em: < <http://www.inovates.com.br/incubacao/> Acesso em:

31 ago.

2016.

- Isaksson, R., & Steimle, U. (2009). What does GRI-reporting tell us about corporate sustainability? *TQM Journal*, 21(2), 168-181.
- Korontai, J.N., Carpejani, G., Correia, A.M.M., Freitas, W.A. De, Veiga, C.P., & Duclós, L.C. (2016). Proposta de indicadores de desempenho para a incubadora tecnológica do Instituto de Tecnologia do Paraná. Brasil. *Espacios*, 37(2), 20-40.
- Lalkaka, R. (2003). Business incubators in developing countries: characteristics and performance. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 3(1-2), 31-55.
- Lose, T., & Tengeh, R. K. (2015). The Sustainability and Challenges of Business Incubators in the Western Cape Province, South Africa. *Sustainability*, 7(10), 14344-14357.
- Lu, R.X.A., Lee, P.K.C., & Cheng, T.C.E. (2012). Socially responsible supplier development: Construct development and measurement validation. *International Journal of Production Economics*, 140, 160-167.
- Macedo, F. e Boava, D. (2009). Relação incubadora de empresas e ação empreendedora. Fortaleza. Brasil, *Revista Ciências Administração*, 15 (1), 221-240.
- Maletic, M.; Maletic, D.; Dahlgaard, J. J.; Dahlgaard-Park, S., & Gomiscek, B. (2014). The relationship betn sustainability-oriented innovation practices and organizational performance: empirical evidence from Slovenian organizations. University of Wollongong in Dubai - Papers *Organizacija*, 47(1), 3-13.
- Martins-Rodrigues, M.C. (2018). *Empresas incubadoras em Portugal e o seu efeito na sustentabilidade das incubadas*. Coleção Compendium. 1ª Edição. Chiado Books.
- Montiel, I. (2008). Corporate social responsibility and corporate sustainability separate pasts, common futures. *Organization & Environment*, 21(3), 245-269.
- Organización de las Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Nueva York: ONU.
- Parakhina, V.N., Boris, O.A., & Midler, E.A. (2015). Evaluation of innovative regional development Russia. *Asian Social Science*, 11(5), 201-207.
- Perdomo Charry, G., Arias Pérez, J. E., & Lozada, N.E. (2016). Análisis comparativo del cambio organizacional e institucional de dos incubadoras de empresas. Semestre *Económico*, 19(39), 131-153.
- Pérez, A., Martínez, P., & Rodríguez-del-Bosque, I. (2012). *The development of a stakeholder-based scale for measuring corporate social responsibility in the banking industry*. Service Business, octubre, 1-23.
- Ratinho, T., & Henriques, E. (2010). The role of science parks and business incubators in converging countries: Evidence from Portugal. *Technovation*, 30(4), 278-290.
- Rosa, L. (2014). ITSM: um caso de sucesso do Modelo Tríplíce Hélice – *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 7 (Edição Especial), 55- 69. Santa Maria, Brasil.
- Sgarbi, V.S. (2008). Os Jargões da Sustentabilidade: uma discussão a partir da produção Científica Nacional. Engema. Wang C.K., P. Wong (2004), “Entrepreneurial interest of university students in Singapore”, *Technovation* 24, 163-172.
- Turker, D. (2009). Measuring Corporate Social Responsibility: A Scale Development Study. *Journal of Business Ethics*, 85, 411-427.

7. Anexos

Tabela 1- Definição das variáveis vinculadas à sustentabilidade no Pilar Econômico

Descrição das variáveis	Incubadora Esmeralda	Incubadora Diamante
Fornecimento de produtos/serviços de alta qualidade aos clientes e cumprimento dos padrões nacionais e internacionais de qualidade.	Ponto Forte	Ponto Forte
Melhores níveis de preços em relação com a qualidade oferecida.	Ponto Forte	Ponto Forte
Informações completas e precisas aos clientes sobre os seus produtos/serviços e respeito pelos direitos dos consumidores.	Ponto Fraco	Ponto Forte
Relações estáveis, de colaboração e benefício mútuo com os fornecedores.	Ponto Forte	Ponto Forte
Inclusão de compras responsáveis.	Ponto Fraco	Ponto Fraco

Fomento das relações comerciais com as empresas da região.	Ponto Forte	Ponto Forte
Procedimentos eficazes para o tratamento de reclamações.	Ponto Fraco	Ponto Forte
Apoios públicos regionais ou nacionais.	Ponto Forte	Ponto Forte

Fonte: Adaptado de Martins-Rodrigues (2018)

Tabela 2- Definição das variáveis vinculadas à sustentabilidade no Pilar Social

Descrição das variáveis	Incubadora Esmeralda	Incubadora Diamante
Contratação de pessoas em risco de exclusão social e de pessoas de pessoas portadoras de deficiência no mundo empresarial.	Ponto Fraco	Ponto Fraco
Melhorar a qualidade de vida dos seus colaboradores.	Ponto Forte	Ponto Forte
Pagar salários acima da média do setor e relacioná-los com as competências e os rendimentos que obtêm os colaboradores. Planos de pensões para os colaboradores.	Ponto Fraco	Ponto Fraco
Saúde e segurança no trabalho além dos mínimos legais exigidos.	Ponto Fraco	Ponto Fraco
Comprometimento com a criação de emprego (estagiários, criação de novos postos de trabalho, etc.).	Ponto Forte	Ponto Forte
Formação e o desenvolvimento profissional dos seus colaboradores.	Ponto Forte	Ponto Forte
Políticas de flexibilidade laboral que permitem conciliar a vida laboral com a vida pessoal.	Ponto Forte	Ponto Forte
Consideração das sugestões dos seus colaboradores nas decisões de gestão.	Ponto Forte	Ponto Fraco
Igualdade de oportunidades para todos os colaboradores.	Ponto Forte	Ponto Fraco
Participação em projetos sociais destinados à comunidade.	Ponto Fraco	Ponto Forte
Incentivos para participar em actividades voluntárias ou em colaboração com as ONG.	Ponto Fraco	Ponto Forte
Mecanismos de diálogo dinâmicos com os colaboradores.	Ponto Forte	Ponto Forte

Fonte: Adaptado de Martins-Rodrigues (2018)

Tabela 3- Definição das variáveis vinculadas à sustentabilidade no Pilar Ambiental

Descrição das variáveis	Incubadora Esmeralda	Incubadora Diamante
Minimizar o impacto ambiental e utilizar consumíveis, trabalhos em curso e/ou produtos processados de baixo impacto ambiental	Ponto Forte	Ponto Forte
Economia de energia e introdução de fontes de energia alternativas.	Ponto Fraco	Ponto Forte
Proteção e valorização do ambiente natural.	Ponto Fraco	Ponto Fraco
Planejamento dos investimentos na redução do impacto ambiental que geram.	Ponto Forte	Ponto Fraco
Redução das emissões de gases, resíduos e reciclagem de materiais.	Ponto Forte	Ponto Forte
Utilização, compra ou produção de produtos ecológicos.	Ponto Fraco	Ponto Fraco
Uso de vasilhame e embalagens recicláveis.	Ponto Forte	Ponto Fraco

Fonte: Adaptado de Martins-Rodrigues (2018)

Sustentabilidad e innovación ambiental en el sector hotelero. Una aproximación teórica

Judith Alejandra Velázquez Castro

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Económico Administrativas, México
judithalejandra666@gmail.com

Erika Cruz Coria

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Económico Administrativas, México
ecoria84@hotmail.com

Martha Robles López

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Textil, México
mar200682@hotmail.com

Elba Mariana Pedraza Amador

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Tizayuca, México
emarianap2001@gmail.com

Resumen

El debate de cuestiones sobre el uso de tecnologías e innovación en el turismo surge en un contexto internacional, haciendo alusión a la competitividad de las empresas. Asimismo, desde una perspectiva sustentable, en el año 2015 la Organización de las Naciones Unidas emitió la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que tiene como objetivo tomar acciones en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Por lo cual, es necesario el diseño de estrategias concretas para incluir innovaciones ambientales para la sustentabilidad de las empresas del sector hotelero.

En esta búsqueda, por el uso de innovaciones ambientales, las empresas hoteleras tienen una gran ventaja, debido a que, en la mayor parte de sus actividades o áreas pueden incluir desde tecnologías para ahorrar agua, gas o energía eléctrica, hasta productos de limpieza menos nocivos para la naturaleza. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la importancia del uso de innovaciones ambientales para la sustentabilidad y competitividad del sector hotelero, destacando así, las oportunidades y beneficios que brindarían al ambiente, la sociedad y a la economía.

Palabras clave

Innovación ambiental, turismo, sector hotelero.

1. Introducción

El sector hotelero es uno de los más representativos para el turismo, y también uno de los más visibles en cuanto al uso de tecnologías e innovación, por lo que, a nivel mundial la búsqueda de nuevos enfoques para adaptarse a esas actividades es constante.

Cabe indicar, que en la actualidad la hotelería es un negocio que se enfrenta a un mundo global y que considera las demandas del consumidor, es por ello que, una de las ventajas del uso de tecnologías y otras innovaciones ambientales, sería la satisfacción de un consumidor responsable que demanda productos y servicios amigables con el ambiente (Velázquez *et al.*,

2016; *Department of Innovation, Industry, Science and Research, 2017; Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes, 2017*).

Es importante tener en cuenta que la transformación ecológica del turismo es un gran imperativo para su fortalecimiento, competitividad, ahorro de costos y reconocimiento del sector tanto a nivel empresarial como a nivel social. El hecho de que los hoteles estén llevando a cabo prácticas verdes no quiere decir que se pierdan otros componentes necesarios para la satisfacción de los clientes, más bien, se complementan las actividades con las ya establecidas. Por tal razón, la adopción de energías alternativas puede ser una de las estrategias que ayude a equilibrar la huella ecológica y a la reducción de costos de operación en los hoteles, lo anterior, demostrado a través de los artículos que se analizan a lo largo de esta investigación.

2. Metodología

La presente investigación recabó información a partir de una revisión sistemática de la literatura, en donde se encontraron 134 artículos de revistas indexadas en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC), Scimago y en SCOPUS. Lo anterior permitió identificar investigaciones relacionadas con la innovación ambiental en las empresas turísticas, en específico, con el sector hotelero. La búsqueda estuvo basada en las siguientes palabras clave: innovación ambiental en turismo, innovación ambiental en el sector hotelero, tecnologías ambientales en empresas turísticas, tecnologías ambientales en el sector hotelero, innovación ambiental en turismo, innovación ambiental en el sector hotelero; así como en sus equivalentes en idioma inglés. El rango de años fue de 2000 a 2019. De manera particular, se revisaron y citaron 67 documentos.

3. Innovación ambiental en el turismo

El término de innovación ambiental surge a finales del siglo pasado, como respuesta a una serie de problemas ambientales, como deterioro o pérdida total de flora y fauna, y degradación del suelo, entre otras. Problemas causados por el uso irracional de los recursos naturales y de los daños ocasionados al ambiente por la producción excesiva de algunos bienes y por el uso de tecnologías que repercuten negativamente en el ambiente. Desde una perspectiva empresarial, la innovación ambiental es concebida como la producción, creación, aplicación o explotación de un bien, servicio, proceso productivo o sistema de gestión competitivo que es nuevo para la empresa, cuyo resultado es, durante su ciclo de vida, reducir la contaminación, los riesgos ambientales y otros impactos negativos asociados al uso de recursos en comparación con alternativas más eficientes y satisfacer así las necesidades humanas proporcionando una mejor

En el caso específico del turismo, éste ha sido asociado frecuentemente con el uso de la energía fósil, siendo uno de sus principales problemas ambientales (Bilgihan, 2015). Las empresas turísticas deben limitar el uso de ese tipo de energías, y una de las alternativas es la adopción de energías verdes para eficientar las prácticas ecológicas del sector. El reporte *Travel and Tourism Competitiveness 2017 (World Economic Forum's [WEF], 2017)* señala que las actividades turísticas basadas en ambientes naturales únicos fomentan la competitividad de los países en desarrollo. El sector turístico produce ciertos beneficios económicos por ser una fuente vital de ingresos para las comunidades anfitrionas, puesto que los actores locales participan en el desarrollo y comercialización de productos turísticos con gran valor agregado. La experiencia expone que los esfuerzos no deben recaer únicamente en

los actores públicos (WEF, 2017), ya que los empresarios también forman parte del sistema. A continuación, se enlistan las estrategias de innovación ambiental que pueden adoptar las empresas turísticas (ver figura 1):

Figura 1. Estrategias de innovación ambiental



Fuente: Elaboración propia con base en WEF, 2017.

1. Sensibilizar y difundir mejores prácticas. Manuales de turismo sustentable que brinden asesoramiento y ejemplos específicos a los turistas, sobre empresas que prestan servicios de hospedaje, tour operadores o proveedores de transporte, entre otros.
2. Identificar productos y servicios ecológicos. Establecer quiénes se han comprometido en alcanzar los objetivos de compromiso ambiental, permitiendo a los visitantes identificar empresas que han hecho un esfuerzo en esa área.
3. Identificar destinos turísticos. Formalizar el proceso por el cual se examinen las áreas de interés turístico y se proporcionen mecanismos para evaluar sus impactos en el paisaje.
4. Propiciar mayor igualdad social. Acceso a la vivienda social eficiente en energía y el aumento de reciclaje puede dar lugar a importantes avances en la transición hacia el uso de fuentes alternativas de energía y a la creación de empleos en donde los pobladores pueden beneficiarse con el reciclaje de los crecientes volúmenes de residuos.

Las empresas turísticas tienen que incluir prácticas sustentables que procuren mantener un balance entre el desarrollo social, económico, cultural y natural del destino en el que se localizan. Estas prácticas incluyen la compra de insumos menos dañinos para el ambiente, el uso de tecnologías que disminuyan el consumo de agua o energía eléctrica, las políticas y prácticas para mejorar su desempeño ambiental, incluir programas que consideren tanto la satisfacción de los turistas y la gestión responsable de los recursos naturales.

4. Análisis de la tipología y beneficios de la innovación ambiental

A partir de la revisión de la literatura, se identifican los beneficios que la innovación ambiental provee al sector turístico. Dichos trabajos fueron agrupados por tipo de beneficios - ambiental, económico y social- de acuerdo a la tipología de la innovación (ver tabla 1).

Tabla 1. Tipología y beneficios de las innovaciones ambientales

Tipología	Beneficios ambientales	Beneficios económicos	Beneficios sociales	Co beneficio ambiental, económico y social	
Tecnología ambiental	Reciclaje y reutilización de productos	Aplicación de tecnologías menos contaminantes y de tecnologías para el control de la contaminación	Aplicación de conocimientos de la población o la competencia	Mejor calidad de vida de las comunidades anfitrionas, a través de una mejor infraestructura y servicios urbanos	Mejora tecnológica que puede ser adoptada por otros (tecnologías para el tratamiento de aguas residuales)
	Disminuir cualquier consecuencia destructiva causada a la naturaleza	Cooperación entre empresas para mejorar la eficiencia ambiental	Infraestructura mejorada para una mejor calidad de vida		
	Adopción de tecnologías para una extracción más sostenible de los recursos naturales	Ahorro de costos y el aumento de la conciencia ambiental en las empresas turísticas para los empresarios e inversionistas	Contribuciones a la seguridad alimentaria		
Innovación organizativa para el cuidado ambiental	Prevención de contaminación, a partir de la operación más eficiente de los procesos y pequeños cambios en la empresa	Métodos y sistemas de gestión para hacer frente a los problemas ambientales en procesos y productos	Vulnerabilidad reducida	Adopción de estrategias de Responsabilidad Social Empresarial que benefician a la sociedad, a la empresa y a la naturaleza	Nuevos empleos verdes disponibles
	Medición, notificación y responsabilidades para hacer frente a los problemas de uso de materiales, energía, agua y residuos	Gestión de la cadena de valor para la cooperación entre las empresas con el fin de cuidar el ambiente antes, durante y después del servicio	Gestión de la cadena de valor para la cooperación entre las empresas con el fin de cuidar los recursos de la comunidad antes, durante y después del servicio		
Innovación ambiental de presentación	Conservación de los recursos naturales	Incentivos para una economía circular	Adopción de certificaciones a nivel destino turístico	Mejor calidad de vida debido a la disponibilidad	Nuevas empresas que promuevan la competitividad

	Gestión mejorada de los servicios ecológicos	Adopción de certificaciones a nivel empresarial	Los turistas demandan productos y servicios menos dañinos	de una mejor infraestructura	de los destinos turísticos
<i>Innovación de productos y servicios ecológicos</i>	Condición mejorada de los recursos naturales	Creación de productos o servicios menos dañinos	Compra de productos y servicios ecológicos a pequeños proveedores locales	Reducción de la tasa de extracción de recursos abióticos y consecuentemente pérdida de hábitat	Reducción de la generación de residuos y uso más eficiente de los recursos naturales
	Reducción de extracción de recursos naturales	Gestión mejorada de los recursos naturales	Fortalecimiento de la cohesión social		
<i>Flujo de materiales</i>	Sistemas alternativos de producción y consumo que son ambientalmente benignos	Reducción de costos por la disminución en el consumo de energía y materiales	Agricultura biológica	Contribuye a la seguridad alimentaria	Incremento en la producción con insumos iguales o menores

Fuente: Elaboración propia

4.1. *Tecnología Ambiental*

También conocida como ecotecnología. La cual hace referencia al uso de tecnologías que buscan minimizar el daño al ambiente y promueven el vínculo entre las empresas, sus productos finales y los residuos de reciclaje y reutilización, en un intento de cooperación para mejorar la eficiencia ambiental (Giannetti, Bonilla & Alemeida, 2004). La lógica interna de la ecotecnología debe estar dentro del ámbito de aplicación de conocimientos de la población y la competencia (Heng & Zou, 2010). La mayoría de las empresas de hospedaje que implementan este tipo de innovación, intenta disminuir el consumo de agua y energía, empleando tecnologías para el tratamiento o disminución de consumo de agua -en duchas, grifos o sanitarios- y energías renovables, en especial la solar (Chan *et al.* 2008; Gössling & Hall 2008; Nelson 2010; Kaoula & Bouchair, 2018).

Forman parte de este tópico, la construcción y adaptación de instalaciones y edificios ecológicos, es decir, el ecodiseño de edificios y las estrategias de desarrollo para la infraestructura (Kelly & Williams, 2007; Rahman, Stumpf & Reynolds, 2014; Rutty *et al.* 2014; Velázquez *et al.*, 2016; Kaoula & Bouchair, 2018). Los hoteles deben garantizar un seguimiento de los sistemas de aguas grises y de inodoros de compostaje para evitar la fuga de contaminantes al medio ambiente (Cooper & Renard, 2012). El diseño de los edificios debe ajustarse a los componentes del lugar, emplear técnicas tradicionales de construcción, materiales y mano de obra local (Changbo & Jingjing, 2011; Astiaso *et al.* 2012; Dong, 2017; Chumbe Island Coral Park Limited, 2019).

4.2. *Innovación organizativa para el cuidado ambiental*

La innovación organizativa para el cuidado ambiental consiste en la introducción, en la organización, de métodos y sistemas de gestión para hacer frente a los problemas ambientales

en procesos. Estos cambios darán lugar a la reestructuración de las actividades por la introducción de nuevas prácticas (Bueno & Morcillo, 2003; OECD, 2018). Este tipo de innovación se divide en: 1) elaboración de planes de prevención de contaminación, a partir de la operación más eficiente de los procesos y pequeños cambios en la empresa, 2) gestión ambiental y sistemas de auditoría, que implican la medición, notificación y responsabilidades para hacer frente a los problemas de uso de materiales, energía, agua y residuos (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente [PROFEPA], 2019), y 3) la gestión de la cadena de valor, para la cooperación entre las empresas con el fin de cuidar el ambiente antes, durante y después de la prestación del servicio (Kemp & Pearson, 2007).

A esta innovación le corresponden los aspectos de la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y la ayuda a tratar sistemáticamente asuntos ambientales, con el fin de mejorar la sensibilización de los empleados en relación al comportamiento verde (Bohdanowicz, Zientara & Novotna, 2011; Mihalic, Žabkar & Kneževic, 2012), y cambiar el compromiso ambiental de la empresa y las oportunidades económicas que puede obtener (Gutman & López, 2017). La empresa tiene que integrar un cambio genuino que involucre y apoye a todos los empleados, así, la gestión de recursos humanos desempeña un papel esencial en la gestión ambiental. En las cuestiones ecológicas relacionadas con los empleados es fundamental la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) (Bohdanowicz, Zientara & Novotna, 2011).

4.3. *Innovación ambiental de presentación*

Son las etiquetas ecológicas -logotipos que reconocen algunas características de beneficios ambientales de los productos o servicios que los llevan-, incluyen códigos voluntarios, premios y sistemas de acreditación y certificación que abarcan desde una escala global, una sola actividad o destinos turísticos completos (Buckley, 2002; Marín, 2013; Peiró-Signes *et al.* 2014; Leroux & Pupion, 2018).

El interés por parte de la empresa, puede darse ya sea por los beneficios esperados o por presiones externas ejercidas por la regulación gubernamental en materia ambiental (Font 2007; Font & Wood 2007; Bonilla, Najera & Font, 2011). En general, la gestión ambiental relacionada con la adopción de eco etiquetas o certificaciones permite a las empresas ahorrar costos y optimizar sus resultados operativos (Zhang *et al.*, 2014; Bagur-Femenias, Celma & Patau, 2016) aumentar la demanda de los consumidores conscientes del medio ambiente (Nielsen, 2015) y obtener mejores resultados operativos y mejoras en la imagen de la empresa (Lee *et al.* 2010; Nezakati *et al.*, 2015).

4.4. *Innovación de productos y servicios ecológicos*

Hace referencia al uso de nuevos o mejorados procesos de producción y operación. En este tópico se consideran los productos naturales obtenidos sin la utilización de químicos (Nielsen, 2015). La gestión de residuos (plásticos, cartón, solventes, aluminio, papel, entre otros) que es considerada como la recolección, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos (Kemp & Pearson, 2007; *WiseWEEK*, 2013).

4.5. *Flujo de materiales*

En último lugar, aparece la innovación ambiental en el flujo de materiales, la cual

considera a los sistemas alternativos de producción y consumo que son ambientalmente benignos, a diferencia de los sistemas existentes. Como ejemplos, se tiene a la agricultura biológica (D'Alessandro, 2016) o a los sistemas energéticos basados en energías renovables. También forman parte de esta categoría los nuevos materiales renovables o sustentables (Gutman & López, 2017).

5. Conclusiones

Las empresas turísticas, al igual que cualquier otra empresa con fines de lucro, enfrentan retos que implican el cuidado ambiental, por lo que, la innovación ambiental es una estrategia alternativa para lograr tal cometido. Por lo anterior, a partir de la búsqueda y análisis de artículos que versan sobre el tema de uso de tecnologías e innovación ambiental en el turismo, se observa que la relación entre innovación y sustentabilidad en el sector existe. No obstante, la evidencia teórica y empírica aún es escasa, por lo cual, esta investigación aporta información relevante sobre para esta línea de generación y aplicación de conocimiento.

6. Referencias

- Astiaso, D., Cumo, F., Sforzini, V. & Albo, A. (2012). Eco friendly service buildings and facilities for sustainable tourism and environmental awareness in protected áreas. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Vol. 161.
- Bagur-Femenias, L., Celma, D. & Patau, J. (2016). The Adoption of Environmental Practices in Small Hotels. Voluntary or Mandatory? An Empirical Approach, *Sustainability*, 8 (695), 1-14.
- Beesley, A. (2014). Service Design and Tourism. Master's thesis. Copenhagen: Business School.
- Bermejo, R. (s/f). Reflexiones en torno a los límites naturales al crecimiento. Universidad del País Vasco. Facultad de Ciencias Económicas.
- Bilgihan, A. (2015). Innovation in hospitality and tourism industries, *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 6 (3) <https://doi.org/10.1108/JHTT-08-2015-0033>
- Bohdanowicz, P., Zientara, P. & Novotna, E. (2011). International hotel chains and environmental protection: an analysis of Hilton's we care programme (Europe, 2006–2008). *Journal of Sustainable Tourism*, 19, 797-816.
- Bonilla, M., Najera, J. & Font, X. (2011). Environmental management decision-making in certified hotels. *Journal of Sustainable Tourism*, 19 (3), 361-381.
- Buckley, R. (2002). Tourism ecolabels. *Annals of Tourism Research*, 29 (1), 183-208.
- Bueno, E. & Morcillo, P. (2003). Cultura e innovación: la conexión perfecta. Número 15, febrero - marzo 2003. Recuperado de: <http://www.madrimasd.org/revista/revista15/tribuna/tribuna4.asp>
- Chan, W., Mak, L. Chen, Y. Wang, Y. Xie, H. Hou, G. & Li, D. (2008). Energy Saving and Tourism Sustainability: Solar Control Window Film in Hotel Rooms. *Journal of Sustainable Tourism* 16 (5), 563-574.
- Changbo, S. & Jingjing, P. (2011). Construction of Low-carbon Tourist Attractions Based on Low-carbon Economy, *Energy Procedia*, 5, 759-762.
- Chumbe Island Coral Park Limited (2019). Eco-bungalows. Recuperado de: <https://chumbeisland.com/accommodation/eco-bungalows/>
- D'Alessandro, F. (2016). Green Building for a Green Tourism. A new model of eco-friendly agritourism. *Department of Innovation, Industry, Science and Research* (2017). Australian Innovation System Report 2017. Disponible en: <https://industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/AustralianInnovationSystemReport2017/documents/australian-innovation-system-report-2017.pdf>
- Eco-Innovation Observatory (2012). Emerging markets. Eco-Innovation Observatory. Brussels: Funded by the European Commission, DG Environment.
- Font, X. & Epler-Wood, M. (2007). Sustainable tourism certification marketing and its contribution to SME

- market access. En *Quality Assurance and Certification in Ecotourism*, editado por R. Black.
- Font, X. (2007). *Ecotourism certification: Potential and challenges*, *Critical Issues in Ecotourism*, editado por J. Higham, 386-405. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Giannetti, B., Bonilla, S. & Alemeida, C. (2004). Developing eco-technologies: A possibility to minimize environmental impact in Southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 12, 361-368. Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes, PEFC (2017). *The Responsible Choice*.
- Giannetti, B., Bonilla, S. & Alemeida, C. (2004). Developing eco-technologies: A possibility to minimize environmental impact in Southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 12, 361-368.
- Glen Dimplex Heating & Ventilation (2019a). Flame technology. Recuperado de <https://www.gdhv.com/flame-technology>
- Glen Dimplex Heating & Ventilation (2019b). Zeroth Energy System. Recuperado de <https://www.gdhv.com/zeroth-energy-system>
- Global Footprint Network (2017). Annual Report 2017. Recuperado de <https://www.footprintnetwork.org/resources/publications/>
- Gössling, S., & Hall, M. (2008). Swedish Tourism and Climate Change Mitigation: An Emerging Conflict? *Scandinavian Journal of Hospitality & Tourism* 8 (2), 141-158.
- Grimes, S., Bouchair, A. & Tebbouche, H. (2016). Sustainability of the Expansion Areas for Coastal Touristic Sites “E.A.C.T.S” Such as the case of El-Aouana in Algeria: Indicators for considering biodiversity, *Energy Procedia* 119, 170-181.
- Grupo Posadas (2019).
- Gupta, A., Dash, S. & Mishra, A. (2019). All that glitters is not green: Creating trustworthy ecofriendly services at green hotels. *Tourism Management*, 70, 155-169.
- Gutman, V. & López, A. (2017). Producción verde y ecoinnovación. En: *Ecoinnovación y producción verde Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe* Rovira, S., Patiño, J. & Schaper, M. (Compiladores). CEPAL. Naciones Unidas, Santiago.
- Heng, X. y Zou, C. (2010). How Can Green Technology Be Possible. *Asian Social Science*, 6 (5), 110-114.
- Hotels Hilton (2019). Environmental Impact. Recuperado de <https://cr.hilton.com/environment/>
- Hotels Wyndham & Resorts (2019). Social Responsibility. Recuperado de <https://corporate.wyndhamhotels.com/social-responsibility/>
- Jiménez, A. (2009). La tercerización de la economía y su impacto en la sociedad de consumo. *Revista Innovación y Experiencias Educativas*, 16, 1-16.
- Kaoula, D. & Bouchair, A. (2018). Evaluation of environmental impacts of hotel buildings having different envelopes using a life cycle analysis approach, *Indoor and Built Environment*, 27 (4), 561-580.
- Kelly, J. & Williams, P. (2007). Modelling Tourism Destination Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions: Whistler, British Columbia, Canada, *Journal of Sustainable Tourism* 15 (1), 67-91.
- Kemp, R. & Pearson, P. (2007). Final report MEI project about measuring eco innovation. Research of the European Commission.
- Lee, J., Hsu, L., Han, H. & Kim, Y. (2010). Understanding how consumers view green hotels: How a hotel's green image can influence behavioural intentions. *Journal of Sustainable Tourism*, 8 (7): 901-914.
- Leroux, E. & Pupion, P. (2018). Factors of adoption of eco-labelling in hotel industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 194-209.
- Marín, T. (2013). Etiquetas ecológicas. *Revista EcoHabitar*. Recuperado de <http://www.ecohabitar.org/etiquetas-ecologicas/>
- Mihalic, T., Žabkar, V. & Kneževic, L. (2012). A hotel sustainability business model: evidence from Slovenia. *Journal of Sustainable Tourism*, 20, 701-719.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Living beyond our means. Natural assets and human well-being*. Washington, DC: Island Press.
- Morganti, E. (2011). *Urban food planning and transport sustainability: A case study in Parma, Italy*. European Association of Agricultural Economists – EAAE. PhD Tesis. Italia: University of Bologna.
- Nelson, V. (2010). Investigating Energy Issues in Dominica's Accommodations. *Tourism and Hospitality Research* 10 (4), 345-358.
- Nezakati, H., Moghadas, S., Abdul, Y., Amidi, A., Sohrabinezhadalemi, R. & Yah, Y. (2015). Effect of Behavioral Intention toward Choosing Green Hotels in Malaysia - Preliminary Study, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 57-62.
- Nielsen (2015). *The sustainability imperative: New insights on consumer expectations*. Recuperado de <https://www.nielsen.com/us/en/insights/reports/2015/the-sustainability-imperative.html>

- Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD (2009). Innovation and modernizing the rural economy. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD (2011a). Guidelines for Multinational Enterprises. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD (2018). Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Organización Mundial del Turismo, OMT (2019). Panorama OMT del turismo internacional Edición 2018.
- Posada, L. & Vargas, E. (1997). Desarrollo económico sostenible, relaciones económicas internacionales y recursos minero-energéticos en Colombia. Tesis de Maestría. Medellín: Universidad Nacional.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA (2019). Programa nacional de auditoría ambiental. Recuperado de <https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/programa-nacional-de-auditoria-ambiental-56432>
- Rahman, I., Stumpf, T. & Reynolds, D. (2014). A comparison of the influence of purchaser attitudes and product attributes on organic wine preferences. *Cornell Hospitality Quarterly*, 55 (1), 127-134.
- Ramírez, A. & Sánchez, J. (2009). Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo. *Revista Digital Universitaria*, 10 (7), 1-9.
- Rutty, M., Matthews, L., Scott, D. & Del Matto, T. (2014). Using vehicle monitoring technology and eco-driver training to reduce fuel use and emissions in tourism: a ski resort case study, *Journal of Sustainable Tourism*, 22 (5), 787-800.
- Sahagún, F. & Reyes, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. *Ciencia UAT*, 12 (2), 6-21.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2017). Turismo sustentable en México. Cuadernos de divulgación ambiental. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002793.pdf>
- Secretaría de Turismo, SECTUR (2011). Programa de turismo sustentable en México. Recuperado de http://www.sectur.gob.mx/pdf/planeacion_estrategica/PTSM.pdf
- Shah, M., Haji, B., Wei, C. & Radam, E. (2016). Tourism and biodiversity loss: implications for business sustainability. *Procedia Economics and Finance*, 35, 166-172.
- Szymanowicz, M. (2012). Making a case for business: work from the EU. European Commission LIFE+ and Eco-innovation.
- The Impact of Environmental Certification on Hotel Guest Ratings
- United Nations Environment Programme, UNEP (2016). Healthy environment, healthy people. Second session of the United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme Nairobi, 23-27 May 2016.
- Velázquez, J., Vargas, E., Oliver, R. & Cruz, G. (2016). Elementos determinantes de la ecoinnovación en hotelería de Huatulco, México, *Revista Venezolana de Gerencia*, 21 (74), 242-256.
- Wiseweek (2013). What is environmentally friendly technology? [En línea]. Recuperado de <http://www.wisegeek.com/what-is-environmentally-friendly-technology.htm>
- World Economic Forum's, WEF. 2017. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017. Paving the way for a more sustainable and inclusive future. Recuperado de <https://www.weforum.org/reports/the-travel-tourism-competitiveness-report-2017>
- World Economic Forum's, WEF. 2017. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017. Paving the way for a more sustainable and inclusive future. Recuperado de <https://www.weforum.org/reports/the-travel-tourism-competitiveness-report-2017>
- World Travel & Tourism Council, WTTC (2018). Travel & Tourism Economic Impact 2018 World. Recuperado de <https://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic-impact-research/regions-2018/world2018.pdf>
- World Wildlife Fund, WWF (2016). Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International.
- Zhang, J, Joglekar, N., Heineke, J. & Verma, R. (2014). Eco-efficiency of service co-production: Connecting eco certifications and resource efficiency in U.S. hotels, *Cornell Hospitality Quarterly*, 55 (1), 1-13.

A estratégia de ciência, tecnologia e inovação de Pernambuco e a experiência com a RIS3: a convergência para um modelo de desenvolvimento baseado em inovação

Luciana Távora

Fundação Joaquim Nabuco, Brasil

luciana.tavora@gmail.com

Lúcia Melo

Fundação Joaquim Nabuco, Brasil

melo.lucia13@gmail.com

Ana Cristina Fernandes

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

anacf@ufpe.br

Jurema Regueira

Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco, Brasil

jurema.regueira@gmail.com

RESUMO

Diante de uma iminente transição digital e da Revolução Tecnológica, o governo do Estado de Pernambuco, por meio da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI), elaborou a Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco (ECT&I-PE) 2017-2022, instituída por meio do Decreto nº 45.314 de 17 de novembro de 2017. Baseada no tripé; conhecimento, aprendizagem e inovação, a ECT&I-PE apresenta um diagnóstico do Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn) e propõe diretrizes que possibilitem a transição para um Estado competitivo e inclusivo. Nesse contexto, durante o período 2015- 2017, foi desenvolvido no Estado um projeto de cooperação com a União Europeia para uma experiência piloto de implantação da metodologia RIS3 (*Research and Innovation Strategies for Smart Specialization*) no Brasil. A RIS3 é uma metodologia importante e bastante utilizadas nas políticas de desenvolvimento regional da União Europeia para promover mudanças estruturais das economias regionais baseando-se em conhecimento e inovação e empreendedorismo. O presente trabalho faz uma análise da experiência RIS3 em Pernambuco e mostra como a metodologia pode contribuir para reforçar e aprimorar a ECT&I-PE no tocante ao fortalecimento dos Sistemas Territoriais de Inovação, além de reforçar ações para: criar uma visão compartilhada coletiva sobre caminhos a serem seguidos pelas Políticas adotadas, incentivar a governança local, alinhamento e coordenação junto a instituições responsáveis pela elaboração de políticas regionais de educação e ciência, tecnologia e inovação (a exemplo do Ministério da Educação, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, entre outros), e principalmente, disponibilizar recursos para financiar ações prioritizadas de modo que a política seja efetivamente implementada. Tais resultados permitem um aprimoramento da política pública não apenas no âmbito Estadual como também para a construção de uma Estratégia Nacional de Desenvolvimento Regional.

Palavras chaves

Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco, *Research and Innovation Strategies for Smart Specialization*, Política de Desenvolvimento Regional, Sistema de

Inovação.

1. Introdução

A partir do ano 2015, motivada pela necessidade de preparar o Estado para o enfrentamento das transformações em curso no mundo, como a difusão das tecnologias digitais, bem como os desafios da sustentabilidade, foi dado início à elaboração da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco (ECT&I-PE) 2017-2022. Instituída por meio do Decreto nº 45.314 de 17 de novembro de 2017, tornou-se um documento de referência para as políticas de CT&I do estado. Baseada no tripé; conhecimento, aprendizagem e inovação, a ECT&I-PE traz um diagnóstico do Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn) e propõe diretrizes que possibilitem a transição para um Estado competitivo e inclusivo. O documento destaca a diversidade da estrutura econômica pernambucana e por isso apresenta a necessidade de ações de base territorial, para criação ou fortalecimento dos Territórios Inovadores, assim definidos:

Territórios Inovadores são regiões dentro da diversidade territorial estadual onde se encontram conjunto de atores de um sistema de inovação capaz de se articular para a promoção do conhecimento e da inovação naquele território. Esses territórios, podem ter foco em determinadas atividades econômicas da base produtiva local ou estarem relacionados à solução de desafios locais, ligados, por exemplo, à qualidade de vida e às transformações sociais (ECT&I, 2017).

Realizado no período 2015-2017, o Projeto RIS3-PE – Estratégias de Especialização Inteligente em Territórios Inovadores Selecionados do Estado de Pernambuco, foi um piloto para a implementação das RIS3 (sigla em inglês para *Research and Innovation Strategies for Smart Specialization*) no Brasil.

A Estratégia de Pesquisa e Inovação para a Especialização Inteligente, ou RIS3, é uma metodologia importante e bastante utilizada nas políticas de desenvolvimento regional da União Europeia para promover mudanças estruturais das economias regionais baseando-se em conhecimento e inovação e empreendedorismo, cerne da estratégia Europa 2020, elaborada para fortalecer o bloco para enfrentar os desafios econômicos e reforçar suas capacidades para proporcionar um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo.

O projeto RIS3-PE foi realizado no âmbito do programa Diálogos Setoriais, uma cooperação técnica entre a União Europeia (EU) e o Brasil visando contribuir para o progresso e aprofundamento da parceria estratégica e das relações bilaterais entre Brasil e UE por meio da elaboração de estudos, intercâmbio de conhecimentos técnicos especializados, missões técnicas e disseminação de resultados. O projeto foi desenvolvido em duas fases. Na primeira, o principal objetivo foi a definição dos territórios e setores a serem estudados no Estado de Pernambuco e em Regiões da Europa (a título de estudos comparativos) e na segunda a implementação da metodologia RIS3 com o objetivo final de identificar os recursos para CT&I presentes no território pernambucano e analisar as necessidades de apoio à inovação nos dois territórios selecionados, propondo estratégias específicas para ambos.

No caso da aplicação da metodologia RIS3 em Pernambuco, foi introduzido o conceito de Territórios Inovadores e a escolha de dois Sistemas Territoriais de Inovação: Automotivo e Tecnologia da Informação localizado na Região Metropolitana do Recife e Confeção identificado na Região do Agreste do estado (ECT&I, 2017).

O trabalho foi financiado pela Direção Geral de Política Regional da Comissão Europeia (DG REGIO) e envolveu profissionais de vários órgãos: Ministério da Integração Nacional (MI), Secretaria

Estadual de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco (SECTI-PE) e Centro de Estudos Estratégicos e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação (CGEE). A segunda fase foi executada pelo Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra em parceria com a SECTI-PE.

2. Referencial Teórico

A inovação é entendida como principal motor do desenvolvimento econômico, foi inicialmente estudada por Schumpeter, na Teoria do Desenvolvimento Econômico (1911) sendo associada e decorrente do empreendedorismo. Depois de meio século esquecido pelos estudiosos, passou a ser buscada e estimulada nos países centrais por meio de políticas públicas indutoras de inovação, dentre as quais, das mais visíveis são os apoios a parques tecnológicos e incubadoras de empresas inovadoras e das mais indiretas e não menos efetivas são os programas de avanços militares e as medidas de renúncia fiscal e de depreciação acelerada em alguns países centrais.

Nos últimos anos, a teoria da inovação industrial vem se movendo da análise das firmas isoladas, para a ideia de *Sistema Nacional de Inovação*, que envolve um conjunto de agentes e instituições, articuladas com base em práticas sociais, vinculadas a atividade inovadora no interior das nações, sendo os empreendimentos o coração do sistema, Campos (2003). De acordo com Fernandes (2016), O enfoque sistêmico da inovação constitui a referência primordial para a compreensão do processo inovativo e, por consequência, para a construção de iniciativas de estímulo a dinâmicas mais intensivas em inovação e conhecimento num dado território. Proposto originalmente por Freeman (1995) e Lundvall (1992), tal enfoque partiu da observação de que o processo de inovação ocorre em condições complexas a medida que requerem a combinação de diferentes tipos de conhecimento, habilidades, competências e recursos, encontrados nas próprias organizações produtivas e prestadoras de serviços tecnológicos, de design e de marketing, em instituições científicas e tecnológicas, em agências financeiras e de fomento, no mercado de trabalho qualificado e nas estruturas governamentais adequadas.

Nesse sentido, o processo de inovação exige a cooperação destes elementos e o desenvolvimento conjunto da capacidade de aprendizagem, absorção, acumulação, troca e produção de conhecimento. Como tais condições variam no tempo e no espaço foi definida a escala no estado-nação para a construção do conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI). Afinal, é na escala nacional que são decididos e implementados condicionantes que interferem decisivamente nas escolhas dos agentes econômicos e sociais e no processo de inovação, tais como políticas macroeconômicas (fiscal, cambial e monetária), regulação da relação capital - trabalho, arranjo institucional de proteção social e políticas setoriais diversas, entre outros. No entanto, há variações também relativas a condicionantes que operam em escalas inferiores, que detêm jurisdição legal sobre um dado espaço geográfico, tais como províncias ou estados, e à forma como são implementadas as políticas e marco legal nacionais, o que fundamenta a ideia de sistemas de inovação de abrangência subnacional, denominados de sistema regionais de inovação (Cooke, Heidenreich, & Braczyk, 2004 apud Fernandes, 2016).

Os Sistemas Regionais de Inovação (SRI) não devem ser entendidos simplesmente como sistemas nacionais em dimensões reduzidas, mas sistemas de menor abrangência geográfica, sobre a qual incide um aparelho de Estado com poderes para recolher impostos e promulgar leis e normas e formular e implementar políticas, os quais interferem nos comportamentos dos indivíduos em geral, e dos atores do sistema de inovação, em particular, produzindo trajetórias que se diferem de outros sistemas de um mesmo país. Sendo assim, no

interior de SNI existem conjuntos atores, com objetivos específicos e raio de ação mais limitado, muitas vezes com foco setorial ou num território menos abrangente. Estes sistemas subnacionais e setoriais conformam o sistema nacional maior e mais complexo, afetando e sendo afetado por este.

A força do sistema de inovação é especialmente função da interação entre os seus elementos integrantes, dos fluxos de conhecimento e informação que se desenvolvem entre os seus atores. Isso porque a inovação não decorre da ação isolada de um agente econômico apenas, sendo um processo coletivo, interativo e cumulativo no tempo, daí a sua natureza sistêmica (Fernandes & Lima, 2006). Porém, a simples presença de atores com funções bem definidas e operantes não é suficiente para a existência ou bom funcionamento do sistema, uma vez que este não prescinde da troca de conhecimentos, informações e competências entre eles. Sem fluxos de conhecimento não se promove a aprendizagem enquanto padrão regular de conduta nem o desenvolvimento de novas ideias e novas combinações de ideias existentes que levam à criação de novos mercados de bens e serviços.

Nesse contexto, políticas de desenvolvimento regional baseadas em sistemas de inovação vêm ganhando força, como é o caso da RIS3 na União Europeia e a ECT&I em Pernambuco. Políticas dessa natureza preconizam uma construção coletiva, com ampla participação dos atores do Sistema de Inovação, que permite uma visão compartilhada sobre caminhos a serem seguidos, com incentivo à criação de governança que possibilite a avaliação e alinhamento da política, seja no âmbito regional ou nacional.

3. Metodologia

O estudo realizado foi de natureza qualitativa, inicialmente por meio de uma Pesquisa Documental. Nesse sentido, foram analisados documentos e relatórios da gestão 2015-2018 da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Inovação referentes à elaboração da ECT&I, bem como os relatórios elaborados pelo Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra (CES-UC), entidade contratada para desenvolver a fase 2 da RIS3-PE.

De acordo com Godoy (1995), a Pesquisa Documental é assim definida: “Exame de materiais de natureza diversa, que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se interpretações novas e/ou complementares”.

Algumas vantagens podem ser obtidas ao se utilizar esse tipo de procedimento metodológico, como o baixo custo e a não exigência de um contato direto com os participantes do projeto.

Após a fase da pesquisa documental ocorreram entrevistas com os gestores da SECTI-PE e pesquisadores envolvidos na elaboração da ECT&I e no desenvolvimento do projeto RIS3-PE.

4. Resultados

Nessa seção, será abordada inicialmente a motivação para elaboração da ECT&I, seus objetivos e a metodologia para sua elaboração. Em seguida será apresentada a metodologia RIS3 e sua adaptação ao caso de Pernambuco. Finalmente, serão analisados os pontos de convergência e/ou divergência das Estratégias na tentativa de construção de um aprimoramento da Política Regional.

4.1. ECT&I-PE

A partir do ano 2015, começou o processo de elaboração da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco 2017-2022 (ECT&I-PE). Motivada pela necessidade de preparar o Estado para o enfrentamento das transformações em curso no mundo, como a difusão das tecnologias digitais, bem como os desafios da sustentabilidade, a ECTI baseou-se no tripé; conhecimento, aprendizagem e inovação e apresentou uma análise das condições do Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn) e a proposição de diretrizes que possibilitem a transição para um Estado competitivo e inclusivo.

Figura 1: O documento da ECT&I-PE e seus Eixos Centrais



Fonte: SECTI, 2017

A ECT&I destaca a diversidade da estrutura econômica pernambucana e por isso defende a necessidade de ações de base territorial, para criação ou fortalecimento dos Territórios Inovadores. Nessa perspectiva, o tema relacionado ao desenvolvimento dos Sistemas Territoriais de Inovação (STI) do Estado são abordados no Eixo Estratégico 3, denominado “Aceleração da Inovação nas Atividades Econômicas”. A definição de Sistema Territorial de Inovação utilizada é a proposta por Fernandes (2016), que define um STI da seguinte maneira:

Conjunto de componentes, e das relações entre eles, cujas atividades e interações buscam promover a apropriação, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias e inovações num determinado território. Estes podem estabelecer relações com elementos de outros sistemas, em escalas mais e menos abrangentes. As decisões dos componentes do sistema são condicionadas pela disponibilidade de recursos, sendo esta função de fatores institucionais, histórico-culturais, econômicos e de infraestrutura. Além disso, são ainda influenciadas pelos interesses distintos que movem os agentes locais e externos. Dessa forma, sistemas territoriais envolvem disputas em torno de escolhas

relacionadas ao desenvolvimento endógeno ou importação de tecnologias. Diferem de lugar para lugar e, assim, contribuem para a construção de diferentes trajetórias territoriais (SECTI, 2017, p. 18, apud Fernandes, 2016).

Diferentes territórios dispõem de diferentes propensões a inovar, o que decorre das suas especificidades em termos de estrutura socioeconômica, disponibilidade de recursos (naturais, humanos, financeiros, infraestrutura econômica e de conhecimento, arranjos institucionais etc.) e do dinamismo tecnológico próprio do mix de distintas atividades econômicas em que os territórios se tendem a especializar.

Após a análise do processo de elaboração da ECT&I os procedimentos adotados para sua construção podem ser descritos da seguinte maneira:

1. Identificação dos modelos e tendências mundiais das transformações digitais e nova revolução tecnológica em curso, considerando os padrões de inovação, produtividade e competitividades nos países mais avançados e os desafios da sustentabilidade considerando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).
2. Elaboração de diagnóstico sobre o Sistema de Inovação do Estado de Pernambuco com: a) Identificação dos fatores, componentes e funções; b) Mapeamento dos atores e respectivas funções do Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn); c) Análise da base produtiva e perfil inovativo das empresas pernambucanas considerando toda a diversidade territorial do estado; d) Construção da Matriz SWOT do SPIn.
3. Realização da “Caravana da Inovação”, oficinas ou workshops com participação dos atores da tríplice hélice de diferentes regiões do estado para identificação de especificidades e características setoriais e territoriais, validação das informações contidas no diagnóstico do SPIn (etapa 2.) e construção de desafios, objetivos e propostas;
4. Definição do Macro-objetivo da Estratégia, dos desafios e objetivos gerais orientados por princípios metodológicos e organizados em Eixos Centrais;
5. Descrição de Linhas de Ações (orientadas pela diversidade territorial e produtiva) de cada Eixo Estratégico.

4.2. Caravana da Inovação

Uma etapa importante do processo de elaboração da ECT&I, foi a Caravana da Inovação que teve como principal objetivo discutir com a sociedade as bases da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Estado de Pernambuco, contando com a contribuição dos agentes locais do SPIn. Entre os meses de julho e agosto de 2016, técnicos da SECTI e especialistas convidados, percorreram cinco cidades do interior de Pernambuco, além de promover um encontro em Recife. Nos diversos encontros promovidos, buscou-se validar as propostas elaboradas pelos especialistas e pela equipe da Secretaria, bem como construir propostas específicas, considerando as necessidades, características e competências de cada região do Estado. Outra ação da Caravana da Inovação foi a de promover, junto aos empresários locais, a difusão de programas de apoio e fomento à inovação nas e para as empresas. Nesse sentido, a Caravana promoveu a interação e a articulação entre os atores componentes dos sistemas de inovação em cada região e propiciou a constituição de iniciativas regionais que estavam até

então dispersas. Assim, estimulou-se o processo de construção de Sistemas Territoriais de Inovação, em algumas cidades a partir do apoio à estruturação de fóruns locais para identificação de demandas por inovação e solução tecnológicas nos territórios, além da proposição de ações (SECTI, 2018).

4.3. *RIS3 e sua adaptação ao Caso de Pernambuco (RIS3-PE)*

Na Europa, as políticas de Inovação e Desenvolvimento Regional têm sido consideradas importantes para a promoção da competitividade e coesão territorial. Tais políticas tratam CT&I como fator prioritário, adotando a abordagem de “sistemas regionais de inovação” (SRI) como meio de integrar atores em uma dada ação de promoção do desenvolvimento do território. No período 2014-20120, as RIS3 começaram a ser implementadas nas regiões da UE, uma condição ex-ante para acesso aos fundos estruturais e de investimento da Política Regional.

A RIS3 tem por objetivo a identificação de possibilidades de mudança estrutural na economia regional que corresponda ao potencial existente ou latente de inovação com base em recursos e competências próprias (Pinto Jr, 2017).

De acordo com Foray et al (2012), a estruturação de uma RIS3 deve ocorrer em seis etapas:

1. Análise do contexto regional e do potencial de inovação;
2. Estabelecimento de uma estrutura de governança sólida e inclusiva;
3. Produção de uma visão compartilhada sobre o futuro da região;
4. Seleção de um número limitado de prioridades para o desenvolvimento regional;
5. Estabelecimento de combinações de políticas adequadas;
6. Integração dos mecanismos de monitoramento e avaliação.

Essas etapas podem ser implementadas seguindo a ordem em que são apresentadas acima. Porém, destaca que é provável que eles se sobreponham no tempo à medida que novos atores entrem no processo, uma nova análise descubra o potencial não realizado ou os projetos em andamento entreguem resultados que possam modificar o contexto fundamental durante o processo Foray et al (2012).

4.4. *Processo de Descoberta Empreendedora*

Para a produção de uma visão compartilhada sobre o futuro da região, etapa 3 da estruturação de RIS3, deve-se realizar o o processo de Descoberta Empreendedora. De acordo com Pinto (2018) apud Del Castilho et al, esse processo é considerado o principal diferencial da metodologia RIS3, processo participativo, com envolvimento de atores estratégicos do Sistema Territorial de Inovação, interessados na formulação de políticas e na governança. Esse processo faz parte da estratégia e considera a descoberta de novas áreas que podem modificar a região.

A diferença nas RIS3 é que agora o PDE é assumido como parte da estratégia, um processo direcionado, tentando instigar a combinação de abordagens de baixo para cima com o envolvimento dos interessados na formulação de políticas e na governança (Pinto et al, 2018).

A lógica de Descoberta Empreendedora considera que o conhecimento necessário para compreender e caracterizar determinadas atividades está disperso entre os atores, por isso procura captar dinâmicas e processos de inovação que, através de processo bottom-up de descoberta e aprendizagem coletiva, possam se tornar reais.

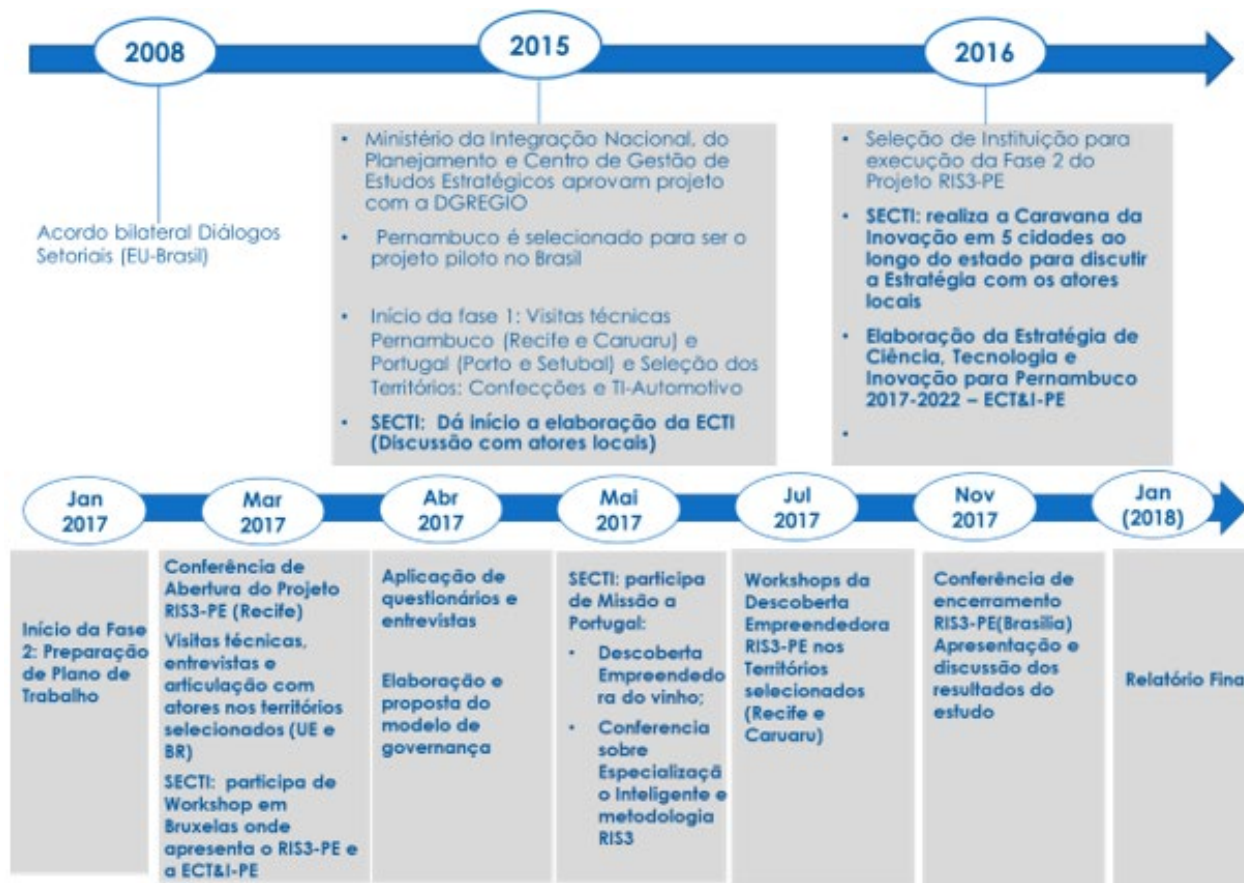
4.5. RIS3-PE

Para demonstrar e adaptar a abordagem RIS3 ao contexto brasileiro, foram selecionados em Pernambuco dois territórios: Confecções e Automotivo-TI. Após a primeira fase do projeto foi dado início a uma segunda fase, cujos principais objetivos podem ser resumidos em quatro pontos:

- Identificar e mobilizar os recursos regionais de CT&I;
- Propor um modelo de governança;}
- Analisar as necessidades de apoio à inovação nos dois territórios selecionados;
- Aplicar conceitos de Especialização Inteligente e Descoberta Empreendedora.

Para uma melhor compreensão da execução do RIS3-PE e também da elaboração da ECT&I, a Figura 2 a seguir apresenta uma Linha do Tempo com ambas iniciativas:

Figura 2: Linha do Tempo do Projeto RIS3-PE/ECT&I



Fonte: Elaboração própria, 2019.

É importante destacar que o RIS3-PE encontrou um ambiente favorável à sua execução, pois contou com o apoio e envolvimento da alta gestão da SECTI, o que permitiu o acesso de informações que vinham sendo elaboradas para a ECT&I, como por exemplo:

- Estudo das características geográficas e econômicas dos territórios selecionados e o contexto da política;
- Mapeamento do Sistema Pernambucano de Inovação e seus subsistemas: atores e funções

Após a realização de todas as etapas do RIS3-PE, algumas recomendações foram realizadas no Relatório Final, essas recomendações apontam no sentido tanto do fortalecimento dos Sistemas Territoriais de Inovação como também em medidas para facilitar a aplicação da metodologia RIS3, conforme informações apresentadas em Pinto (2018), apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Recomendações para o SPIn e para aplicação da RIS3

Recomendações para o SPIn	Recomendações para Facilitar a Aplicação da RIS3
Definir uma visão compartilhada coletiva sobre o futuro do Estado	Medidas para conectar referencial RIS3 com políticas e mecanismos em curso
Selecionar um número mais limitado de domínios de C&T+I prioritários	Majoração de apoios e valorização extra de propostas ligadas a “ideias-parcerias” identificadas na RIS3
Criar um animador (ou reforçar esta função dentro do sistema) para a promoção da inovação no nível estadual	Editais específicos para projetos relacionados com prioridades identificadas na RIS3-PE
Promover a articulação e cooperação dos atores da inovação nos diferentes sistemas territoriais de inovação e ao nível estadual	Lançamento de fóruns setoriais e outros mecanismos de governança previstos para a RIS3-PE
Incentivar um processo permanente de governança participativa, envolvendo universidade, governo, empresas e sociedade	
Estimular a cultura da inovação em empreendedores e pesquisadores universitários	
Preparar estudantes de ensino superior para as necessidades do mercado através da estruturação de ofertas relacionadas a áreas tecnológicas emergentes	
Propor um Pacto de Inovação que envolve o Governo do Estado e os diversos atores do Sistema Pernambucano de Inovação	

Fonte: Pinto, (2018)

Do ponto de vista da experiência de Pernambucana, a participação no RIS3-PE proporcionou algumas “Lições Aprendidas” apresentadas a seguir:

- Importância de envolvimento ativo dos atores locais com conhecimento aprofundado da realidade local;
- Necessidade de flexibilização do modelo de forma a incorporar especificidades locais (entre os setores escolhidos);
- Desafios da governança tanto do projeto como do desenho de propostas;
- Buscar maior alinhamento entre os elaboradores da política regional com outras

instâncias (Ministério da Educação, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Ministério do Desenvolvimento Regional e outros);

- Aproveitar e potencializar as iniciativas das agências internacionais no Estado;
- Alinhamento à Estratégia de Ciência Tecnologia e Inovação do estado como fundamental para fortalecer a ação e assegurar sua absorção;
- Necessidade de buscar mecanismos para financiar iniciativas identificadas com potencial na agenda da Descoberta Empreendedora em cada um dos setores estudados.

Dentre as Lições Aprendidas apresentadas a “Necessidade de buscar mecanismos para financiar iniciativas identificadas com potencial na agenda da Descoberta Empreendedora em cada um dos setores estudados” merece destaque, pois é importante responder às expectativas criadas junto aos atores de forma que não seja encarada como um exercício acadêmico.

5. Conclusões

Para enfrentar transição digital e a Revolução tecnológica em curso, foi elaborada em Pernambuco a ECT&I. Baseado no tripé; conhecimento, aprendizagem e inovação, o documento apresenta um diagnóstico das condições do Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn) e propõe diretrizes que possibilitem a transição para um Estado competitivo e inclusivo.

A ECT&I destaca a diversidade da estrutura econômica pernambucana e por isso defende a necessidade de ações de base territorial, para criação ou fortalecimento dos Territórios Inovadores. Diferentes territórios dispõem de diferentes propensões a inovar, o que decorre das suas especificidades em termos de estrutura socioeconômica, disponibilidade de recursos (naturais, humanos, financeiros, infraestrutura econômica e de conhecimento, arranjos institucionais etc.) e do dinamismo tecnológico próprio do mix de distintas atividades econômicas em que os territórios apresentam.

A experiência RIS3-PE mostrou que para adoção de uma política dessa natureza seja exitosa é necessário;

- Uma profunda compreensão das potencialidades territoriais e suas demandas, sejam elas existentes ou potenciais. Nesse sentido, encontrou um ambiente favorável à sua execução, pois o apoio e envolvimento da alta gestão da SECTI, o que permitiu o acesso de informações que vinham sendo elaboradas para a ECT&I, o que contribuiu fortemente para o avanço das atividades;
- A promoção de um mecanismo bottom-up, envolvendo os atores para identificação das novas atividades prioritárias para realização de uma mudança estrutural. Nesse sentido, um modelo de governança participativa é fundamental e deve ser um processo contínuo e integrado;
- Garantia de recursos para financiar iniciativas identificadas com potencial na agenda da Descoberta Empreendedora

Por não haver mecanismos que garantam recursos para a execução das ações propostas, a ECT&I consiste num norteador para os investimentos estaduais. As restrições orçamentárias prejudicam a governança da Estratégia que por não ser amplamente implementada pode gerar descrédito por parte dos atores. Outra questão é a etapa de monitoramento e avaliação que considera a estruturação de sistemas de informação e a participação dos atores do SPIn em todo o extenso e diverso território pernambucano.

A experiência pernambucana tanto na elaboração da ECT&I quanto na realização do RIS3-PE mostrou a necessidade de fortalecer os Sistemas Territoriais de Inovação, além de reforçar ações para; criar uma visão compartilhada coletiva sobre caminhos a serem seguidos pelas Políticas adotadas, incentivar a governança local, alinhamento / coordenação junto a instituições responsáveis pela elaboração de políticas regionais e de educação e ciência, tecnologia e inovação (Ministério da Educação, Ministérios da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, entre outros), e principalmente, disponibilizar recursos para financiar ações prioritizadas de modo que a política seja efetivamente implementada. Tais resultados permitem um aprimoramento da política pública no âmbito Estadual e pode ser uma referência para a construção de uma Estratégia Nacional de Desenvolvimento Regional.

6. Referências

- Alvarez Medina, M. L. (2003). Competências centrais e vantagem competitiva: o conceito, a sua evolução e a sua aplicabilidade. *Revista de contabilidade e administração*,(209), 5-22.
- Azevedo Filho Correio, E. T.; Leal Rosas Correio, C. M.; Pereira Paes Correio, D.; Paes da Silva Correio, T. G.; Monteiro da Hora Correio, H. R. (2015). Análise das competências tecnológicas de uma empresa de distribuição de energia elétrica . *Linkania*, 5(1), 70-90.
- D'Emery, Raphael; Pinto, Hugo; Nogueira, Carla (2017). RIS3-PE Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco - Necessidades de Conhecimento e Inovação STI Automotivo-TI, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- D'Emery, Raphael; Pinto, Hugo; Nogueira, Carla (2017). RIS3-PE Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco - Necessidades de Conhecimento e Inovação STI Confecções, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- Etkowitz, H.(2009). Hélice Tríplice: Universidade-Indústria-Governo: Inovação em movimento. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Fernandes, A.C. (2016). Sistema Territorial de Inovação ou uma dimensão de análise na Geografia contemporânea. In: E. S. Sposito, C. A. Silva, J. L. Sant'anna neto, & E. S. Melazzo, A diversidade da Geografia brasileira. Escalas e dimensões da análise e da ação (pp. 113-142). Rio de Janeiro, Brasil: Editora Consequência.
- Foray, D., Goddard, J., Beldarrain, X. G., Landabaso, M., McCann, P., Morgan, K., Ortega-Argilés, R. (2012). Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS3). Disponível http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/presenta/smartspecialisation/smart_ris3_2012.pdf
- Godoy, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29. Mai./Jun. 1995
- Laranja, Manuel; Pinto, Hugo (2017), Modelo de Governança, RIS3-PE - Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco, Coimbra: Centro de Estudos Sociais
- Nogueira, Carla; Pinto, Hugo (2017), RIS3-PE Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco - Avaliação dos recursos e problemas no sistema pernambucano de inovação: visões dos atores-chave, Coimbra: Centro de Estudos Sociais
- Pinto, Hugo (2018), RIS3 - PE - For a vision of the Smart Specialisation Strategy in selected innovative territories of the State of Pernambuco, Final Report, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- Pinto, Hugo (2017), RIS3-PE - For a Vision of the Smart Specialisation Strategy in Selected Innovative Territories in the State of Pernambuco, Synthesis Report, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- Pinto, Hugo (2017), RIS3-PE - Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco, Inception Report, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- Pinto, Hugo (2017), RIS3-PE - Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco, Relatório de Visita Técnica, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- Pinto, Hugo; Laranja, Manuel; Nogueira, Carla; D'Emery, Raphael; Pasiani, Juliana; Regueira, Jurema;

- Dourado, Nathalia (2017), RIS3-PE Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco - Descoberta Empreendedora: Relatório dos Workshops, Coimbra: Centro de Estudos Sociais.
- Pinto, Hugo; Nogueira, Carla; Salvador, Regina; Carrozza, Chiara; D'Emery, Raphael; YépezMuñoz, Francisco; Sanchez-Ruiz, Lúdia (2017), RIS3-PE Para uma visão da Estratégia de especialização inteligente em territórios inovadores selecionados do Estado de Pernambuco - Estudos de Caso, Coimbra: Centro de Estudos Sociais
- Secti-PE (2017) ECT&I-PE - Estratégia para a Ciência, Tecnologia e Inovação 2017-2022, Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, Recife.
- Secti-PE (2018) Relatório 2015-2018, Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, Recife.
- OCDE (2005). Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3 ed. Paris.
- Freeman, C. The Economics of Industrial Innovation. Cambridge: The MIT Press, 1986.
- Lester, R.K.; Piore, M.J. Innovation: the missing dimension. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2004
- Schumpeter, J.A. The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle. New York:

Desenvolvimento urbano sustentável no Brasil: um estudo comparativo em relação ao porte das cidades

Carlos Rafael Röhrig da Costa
Universidade Federal de Santa Maria, PPGA, Brasil
crcost@gmail.com

Roberto Schoproni Bichueti
Universidade Federal de Santa Maria, PPGA, Brasil
roberto.bichueti@ufsm.br

Gabriela Dubou
Universidade Federal de Santa Maria, PPGA, Brasil
gabrieladubou@gmail.com

Clandia Maffini Gomes
Universidade Federal de Santa Maria, PPGA, Brasil
clandiamg@gmail.com

Francies Diego Motke
Universidade Federal de Santa Maria, PPGA, Brasil
fdmotke@gmail.com

Giulia Xisto de Oliveira
Universidade Federal de Santa Maria, PPGA, Brasil
giulixisto@gmail.com

Resumo

Atualmente, o crescimento urbano apresenta uma taxa acentuada. Tal fenômeno não pode ser confundido com desenvolvimento pois em paralelo a ele estão problemas sociais e ambientais acarretados pela falta de gestão urbana. Assim, o planejamento urbano é fundamental para o desenvolvimento mais sustentável das cidades. Este planejamento deve conciliar aspectos econômicos com preocupações com a qualidade de vida dos cidadãos e com a otimização de recursos e minimização de impactos ambientais. As cidades de maior porte são, em diversos aspectos, muito diferentes das menores e, assim, a abordagem para construir a capacidade de inovação de uma cidade bem-sucedida, e mais competitiva, pode se diferenciar pelo seu porte. Nesse contexto, o trabalho objetiva identificar a relação do grau de desenvolvimento urbano sustentável com o porte das cidades brasileiras. Para isso, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, que verifica diferenças de médias entre grupos, de acordo com o porte. Os resultados demonstraram que o porte interfere na média das dimensões ‘cultural’ e ‘político-institucional’. Estes aspectos podem ser relacionados aos investimentos que o município faz em áreas estratégicas de atuação e no incentivo ao desenvolvimento cultural e tecnológico.

Palavras-chave

Cidades Sustentáveis; Cidades Compactas; Desenvolvimento urbano sustentável; Sustentabilidade; Porte dos municípios

1. Introdução

Embora os objetivos comuns e desejados para todas as cidades sejam os de fornecer infraestrutura adequada, condições de conforto e salubridade, espaços de usos públicos com qualidade, oportunidades de crescimento social e econômico para toda população, o quadro apresentado pela rede urbana brasileira é outro. Segundo Rossetto, Orth e Rossetto (2006), percebe-se que há um agravamento de problemas urbanos ocasionados pelo crescimento desordenado, pela demanda não atendida por recursos e serviços, pela obsolescência da estrutura física e administrativa existente, pela ineficácia da gestão e pela deterioração progressiva do meio ambiente urbano.

Ao longo dos anos, a urbanização, inicialmente entendida como um processo de transição, tornou-se uma força positiva de transformação para tornar os países mais avançados, desenvolvidos e ricos, na maior parte dos casos. Nas cidades, a humanidade realiza suas ambições, aspirações e sonhos, satisfaz as suas necessidades e transforma ideias em realidade (Un-Habitat, 2013).

Desde 2014, mais de 55% da população mundial vive em cidades, enquanto que, na década de 50, esse percentual era de apenas 30%. Estima-se que, na metade do Século XXI, 68% da população será urbana (United Nations, 2018).

Assim, cada vez mais se faz necessário o planejamento de cidades mais sustentáveis, tendo em vista, também, o aumento da poluição, as elevadas emissões de carbono e a resultante ameaça do clima (Gehl, 2013).

O desenvolvimento sustentável tem como premissas promover a qualidade de vida dos cidadãos e reduzir os impactos ambientais. Uma cidade sustentável proporciona qualidade de vida para seus cidadãos e para as futuras gerações, através de soluções visando conciliar aspectos ambientais e sociais (Rogers, 2013).

É necessário que, além de boa infraestrutura para captar empresas, as cidades forneçam condições que melhorem a qualidade de vida, para que pessoas qualificadas sejam atraídas a morar nestas cidades e, assim, ampliar o potencial da cidade. Em economias em desenvolvimento e com baixa poupança, como as da América Latina, este mecanismo de atração de investidores aparentemente se torna ainda mais indispensável (Silva, Serralvo E Romaro, 2016).

No que tange ao planejamento urbano, diversos autores defendem que as cidades sustentáveis devem ser planejadas para possuir adequada densidade e estrutura urbana compacta (Rogers E Gumuchdjian, 2013; Leite E Awad, 2012; Keivani, 2010, Williams, 2010). Maiores densidades urbanas permitem, por exemplo, menor consumo de energia per capita e maior otimização da infraestrutura urbana. Outra consequência é a promoção de ambientes com maior qualidade de vida, tendo em vista a sobreposição de usos e a menor necessidade de grandes deslocamentos. As cidades mais densas da Europa e da Ásia são modelos entre as cidades sustentáveis, propiciando esses benefícios em seus ambientes urbanos.

As cidades de maior porte são, em diversos aspectos, muito diferentes das menores e, assim, a abordagem para construir a capacidade de inovação de uma cidade bem-sucedida pode diferir pelo seu porte. As cidades maiores têm acesso mais facilitado do que as menores a fatores convencionais que levam à inovação. Além disso, as cidades maiores apresentam maior diversidade que pode levar a melhores oportunidades tecnológicas (Therrien, 2005).

Regiões metropolitanas com maior densidade apresentam uma maior taxa de invenção per capita. Além disso, o número de patentes por pessoa é cerca de 20% maior em áreas

metropolitanas mais densas (Carlino, Chatterjee E Hunt, 2007).

Nesse contexto, é importante compreender as possíveis diferenças no que tange ao grau de desenvolvimento urbano sustentável de acordo com porte dos municípios. Nesse contexto, este estudo tem o objetivo de identificar a relação do grau de desenvolvimento urbano sustentável com o porte das cidades brasileiras.

O estudo torna-se relevante na medida em que os resultados obtidos contribuem para o avanço acadêmico de temas como o planejamento urbano e o desenvolvimento urbano sustentável, bem como para a compreensão da relação do porte das cidades no desenvolvimento sustentável. Destaca-se, ainda, a relevância de analisar, nesse trabalho, todas as cidades brasileiras com mais de 100.000 habitantes, tendo em vista que apresentam maior taxa de urbanização no país.

2. Referencial teórico

O desenvolvimento sustentável tem como objetivos principais a promoção da qualidade de vida dos cidadãos e a redução dos impactos ambientais. Para Rogers (2013), uma cidade sustentável proporciona qualidade de vida para seus cidadãos e para as futuras gerações, por meio de soluções que combinam aspectos ambientais e sociais.

Para Leite e Awad (2012), cidade sustentável é muito mais que o conjunto de construções sustentáveis. Ela deve abranger parâmetros de sustentabilidade no desenvolvimento urbano, tanto público quanto privado. É preciso desenvolver modelos de sustentabilidade urbana que permitam que o desenvolvimento acompanhe princípios de sustentabilidade.

O desenvolvimento urbano compacto é uma das formas urbanas mais sustentáveis com perspectivas ambientais, como a contenção do desenvolvimento rural e a preservação do meio natural. A cidade compacta é uma das formas urbanas mais comuns utilizadas para alcançar a sustentabilidade urbana. O desenvolvimento de alta densidade foi amplamente comprovado para melhorar a eficiência do governo no financiamento de desenvolvimento e redução de custos de infraestrutura (Abdullahi, Pradhan E Mojaddadi, 2017).

Keivani (2010) corrobora com essa perspectiva ao mencionar, também, as perspectivas ambiental, social, econômica e de infraestrutura entre os principais desafios para o desenvolvimento urbano sustentável. Além disso, a forma urbana e o desenvolvimento espacial, aspectos que podem ter consequências importantes para as cidades. O autor discute o conceito de cidades compactas, que permitem a otimização do uso de energia, promovem fontes de energia sustentáveis, redes de transportes integradas, como foco em transporte público e ciclovias, e a inclusão social.

Leite e Awad (2012) concordam com essa perspectiva, ao afirmarem que as cidades sustentáveis devem ser densas e compactas. Maiores densidades urbanas, segundo os autores, representam menor consumo de energia per capita. As cidades mais densas da Europa e da Ásia são consideradas como modelos entre as *global green cities*, devido a melhor infraestrutura urbana devido a suas altas densidades e ambientes de maior qualidade de vida, promovida pela sobreposição de usos (Leite E Awad, 2012).

Nesse sentido, Rogers e Gumuchdjan (2013, p.33) defendem o conceito de cidade sustentável em uma cidade compacta: “uma cidade densa e socialmente diversificada onde as atividades econômicas e sociais se sobreponham e onde as comunidades sejam concentradas em torno de unidades de vizinhança”. Para os autores, uma cidade compacta pode promover

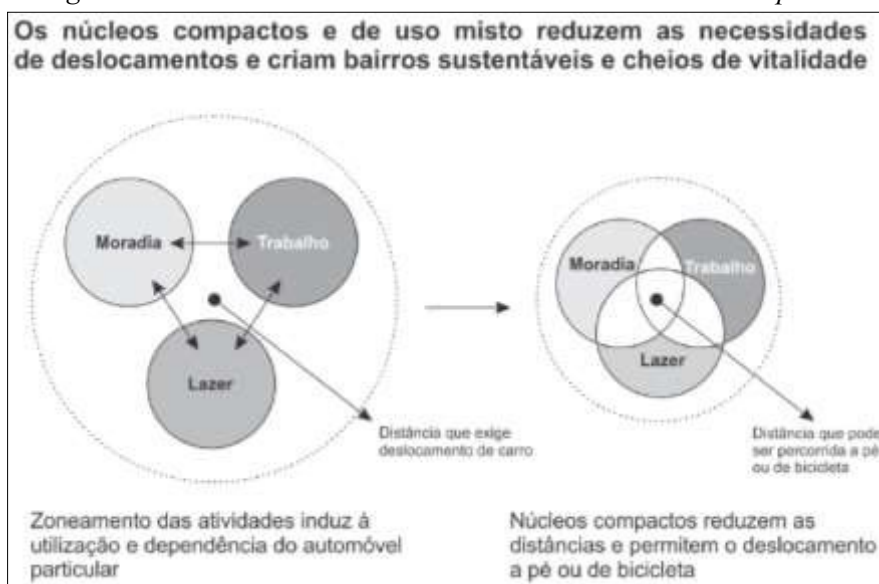
benefícios sociais, tais como a qualidade de vida encontrada em cidades saudáveis, cheias de vida e multifuncionais, nas quais se favorece a interação social e benefícios ambientais, como resultado de maior eficiência energética, menor consumo de recursos, menor nível de poluição e diminuição da expansão para a zona rural.

A multifuncionalidade proposta por Rogers e Gumuchdjian (2013) difere do atual modelo urbano dominante, em especial nos Estados Unidos, cujas cidades são divididas por zonas funcionais, nas quais grandes deslocamentos, principalmente por automóveis, são necessários. A questão principal é pensar e planejar cidades onde as comunidades prosperem e a mobilidade aumente, intensificando o uso de sistemas de transporte público.

A alta densidade residencial pode reduzir a viagem de carro devido à alta acessibilidade. Além disso, a densidade residencial média ou alta aumenta a eficiência e os limites do transporte público, que então apoiam as concentrações de atividades econômicas, serviços e instalações (Macfarlane, Garrow E Mokhtarian, 2015). As altas densidades de construção também reduzem o tráfego e, portanto, podem fornecer às cidades benefícios ambientais e de qualidade de vida (BANISTER, 2012). Williams (2004) afirmou que o assentamento de alta densidade melhora a sustentabilidade social devido ao uso mais eficiente de instalações e serviços comunitários e alta acessibilidade, e aumenta vitalidade, atividades culturais e interação social.

Desta forma, a cidade compacta abrange estas questões na medida em que cresce em torno de centros de atividades sociais e comerciais localizados junto aos pontos nodais de transporte público. São criados pontos focais, onde as vizinhanças se desenvolvem e, desse modo, é criado um padrão de desenvolvimento, em que o trabalho, outros serviços e o lazer ficam ao alcance da comunidade, sem a necessidade de deslocamento de automóveis para atender as necessidades cotidianas (Rogers E Gumuchdjian, 2013). A Figura 1 apresenta a comparação dos dois modelos urbanos descritos.

Figura 1. Núcleos de usos mistos encontrados em cidades compactas



Fonte: Rogers e Gumuchdjian (2013, p. 39)

Williams (2004) destaca o crescimento do debate em torno dos impactos da forma das cidades na sustentabilidade urbana. Segundo a autora, os resultados deste debate,

principalmente na Europa, nos Estados Unidos e na Austrália, apontam, predominantemente, para o modelo de cidade compacta. Entre os principais argumentos dos pesquisadores, de acordo com Williams (2004), estão:

- (i) Cidades compactas são mais eficientes para modalidades de transportes mais sustentáveis. A elevada densidade dá suporte para o transporte público, tornando-o mais viável.
- (ii) Cidades com alta densidade e usos mistos permitem que pessoas vivam mais perto dos locais onde trabalham e encontrem opções de lazer. Isso diminui a necessidade de viagem e possibilita e incentiva a caminhada e o uso de bicicletas.
- (iii) Cidades Compactas permitem o uso mais sustentável dos solos. A expansão para as zonas rurais é reduzida e os espaços urbanos são reaproveitados e desenvolvidos.
- (iv) Em termos sociais, a compactação e a mistura de usos permitem maior diversidade, coesão social e desenvolvimento cultural. Há argumentos, ainda, para maior equidade social, devido à maior acessibilidade.
- (v) Cidades compactas tornam-se mais viáveis economicamente, tendo em vista que a infraestrutura, a exemplo de estradas e iluminação pública, podem ser fornecidas com melhor custo-benefício per capita.
- (vi) Maiores densidades são favoráveis para dar suporte aos negócios e serviços locais.

A partir da literatura apresentada, o próximo capítulo apresenta as etapas de pesquisa e a forma como a pesquisa foi operacionalizada.

3. Método

Esta seção apresenta a classificação do estudo e os procedimentos metodológicos seguidos durante a pesquisa, a fim de se atingir o objetivo proposto - identificar a relação do grau de desenvolvimento urbano sustentável com o porte das cidades brasileiras.

Este estudo se classifica como uma pesquisa quantitativa e tem natureza descritiva. Segundo Marconi e Lakatos (2003), este tipo de investigação científica tem como finalidade analisar características de fatos ou fenômenos. Uma pesquisa descritiva, de acordo com o critério de classificação proposto por Gil (2007), tem como objetivo observar, registrar, analisar, classificar e interpretar os fatos sem que haja influência do pesquisador sobre ele. De acordo com Hair et al. (2009), os planos de pesquisa descritiva são especificamente estruturados para medir as características descritas em uma questão de pesquisa. Malhotra (2006) ainda afirma que este é um tipo de pesquisa conclusiva, que tem como objetivo a descrição de algo. Uma pesquisa quantitativa, segundo Malhotra (2006), é aquela que procura quantificar os dados e, geralmente, aplica alguma forma de análise estatística.

As variáveis do modelo permitem identificar aspectos de desenvolvimento urbano sustentável, baseadas no estudo realizado por Martins e Cândido (2008), no qual são avaliadas as seguintes dimensões: (1) Social, (2) Demográfico, (3) Político-Institucional, (4) Ambiental, e (5) Cultural, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Dimensões e variáveis do Índice de Desenvolvimento Urbano Sustentável

Dimensão	Variáveis
Dimensão Social	Esperança de vida ao nascer/ Mortalidade infantil (por mil nascidos vivos)/ Prevalência de desnutrição total/ Vacinação infantil (Tríplice, Poliomielite e BCG)/ N° de médico por mil habitantes/ N° de leitos hospitalar por mil habitantes/ N° de estabelecimento de saúde por mil habitantes/ Alfabetização (Adultos com + de 15 anos alfabetizados)/ Escolarização/ Analfabetismo funcional/ Domicílio com esgoto/ Domicílio com água encanada/ Domicílio urbanos com serviço de coleta de lixo/ Domicílio com energia elétrica/ Mortalidade por homicídios/ Mortalidade por acidentes de trânsito.
Dimensão Demográfica	Crescimento da população/ Razão entre a população urbana e rural/ Densidade demográfica/ Razão entre a população masculina e feminina.
Dimensão Político-Institucional	Despesas por função: com assistência social, educação e cultura, urbanismo e habitação urbana, gestão ambiental, ciência e tecnologia, desporto e lazer, saneamento urbano e saúde/ Comparecimento nas eleições/ Despesas com justiça e cidadania/ Transferências intergovernamentais da União.
Dimensão Ambiental	Volume de águas tratada (1000m ³ /ano)/ Consumo médio per capita de água/ Acesso ao sistema de abastecimento de água/ Acesso a esgotamento sanitário/ Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico
Dimensão Cultural	Quantidade de: bibliotecas, museus, cinemas e Unidades de Ensino Superior.

Fonte: baseado em Martins e Cândido (2008)

Como variável de controle, referente ao porte dos municípios, foi utilizado o critério adotado pelo IBGE (2011): (i) Cidade média: 100.001 a 500.000 habitantes; (ii) Cidade grande: de 500.000 a 1.000.000 habitantes; (iii) Metrópole: acima de 1.000.000 de habitantes.

Com o objetivo de comparar e identificar diferenças de médias entre grupos, de acordo com o porte dos municípios, foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis. Este teste não-paramétrico é recomendado, segundo Pestana e Gageiro (2003), em substituição ao teste One Way ANOVA, quando não são reunidos os pressupostos deste último, a exemplo da normalidade. É utilizado para testar a hipótese de igualdade entre os grupos, no que se refere à localização na distribuição observada. Quando se rejeita a hipótese H₀, afirma-se que existe um grupo que difere da tendência central.

Ao fim desta seção, pôde-se conhecer a classificação da pesquisa, bem como os procedimentos metodológicos seguidos para que fosse possível alcançar os objetivos estipulados. Dessa forma, permite-se avançar em direção à apresentação e análise dos resultados da pesquisa.

4. Apresentação dos resultados

Esta seção tem o objetivo de identificar diferenças entre as médias obtidas no grau de desenvolvimento urbano sustentável de acordo com o porte das cidades pesquisadas. Para alcançar este objetivo, realizou-se o comparativo entre as médias por meio do teste estatístico denominado Teste de Kruskal-Wallis (Kruskal e Wallis, 1952), utilizado para determinar diferenças entre vários grupos independentes. Pestana e Gageiro (2003) afirmam que este teste é indicado para esta finalidade quando se possui dados não-paramétricos, caso desta amostra, como alternativa ao teste ANOVA, que exige hipóteses paramétricas.

Foi analisada a relação do porte dos municípios nas variáveis referentes ao desenvolvimento urbano sustentável. Foram utilizadas as médias obtidas em cada uma das cinco dimensões de análise propostas no modelo conceitual, testando suas variações de acordo

com o porte dos municípios

Foram encontradas diferenças significativas em duas dimensões do desenvolvimento urbano sustentável, as dimensões ‘Cultural’ e ‘Político-Institucional’. As médias em cada uma das categorias e a significância do teste estatístico são apresentadas na Tabela 2, a seguir.

A partir dos dados apresentados, pode-se observar os municípios de médio porte possuem médias inferiores nas dimensões ‘Cultural’ e ‘Político-Institucional’ comparados aos demais municípios. As Figuras 2 e 3, a seguir, evidenciam a distribuição das médias nas três dimensões que obtiveram diferenças significativas entre o porte dos municípios.

Tabela 2. Porte dos municípios e o desenvolvimento urbano sustentável

Dimensões	Porte	Observ.	Média dos postos	Teste Qui- Quad.	Sig
Cultural	Cidade Média	271	140,19	81,225	0,000**
	Cidade Grande	29	253,41		
	Metrópole	17	297,85		
Demográfica	Cidade Média	271	161,88	2,386	0,319
	Cidade Grande	29	149,62		
	Metrópole	17	129,06		
Social	Cidade Média	271	157,37	0,937	0,653
	Cidade Grande	29	174,69		
	Metrópole	17	158,18		
Político-Institucional	Cidade Média	271	150,87	14,850	0,003**
	Cidade Grande	29	202,97		
	Metrópole	17	213,65		
Ambiental	Cidade Média	271	156,68	1,218	0,539
	Cidade Grande	29	171,21		
	Metrópole	17	175,18		

N = 317

¹Teste Kruskal-Wallis com significância obtida pelo método Monte Carlo. * Sig p<0,050; **Sig p<0,01 ²

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 2. Distribuição da dimensão ‘Cultural’ de acordo com o porte dos municípios

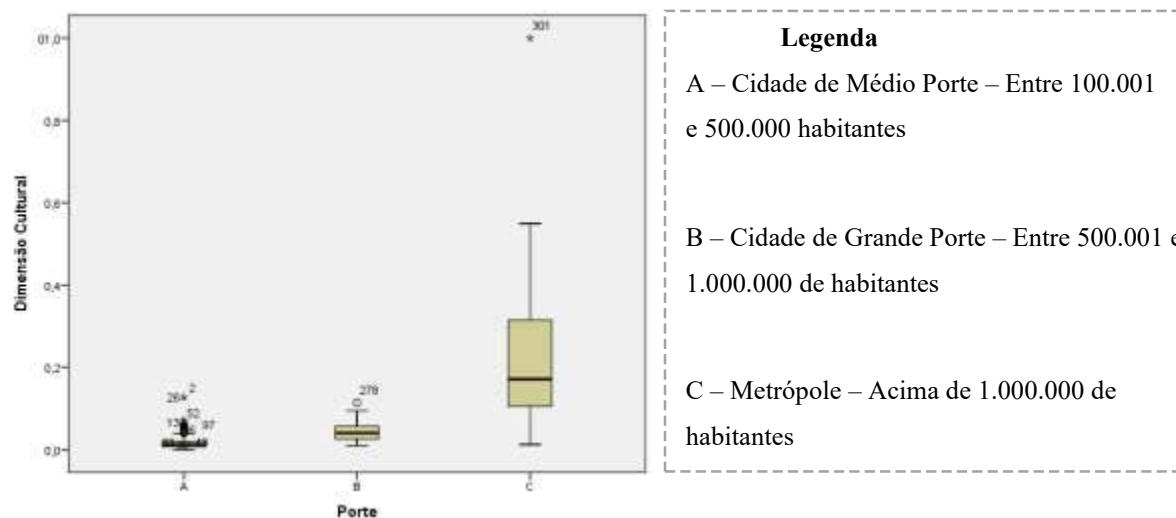
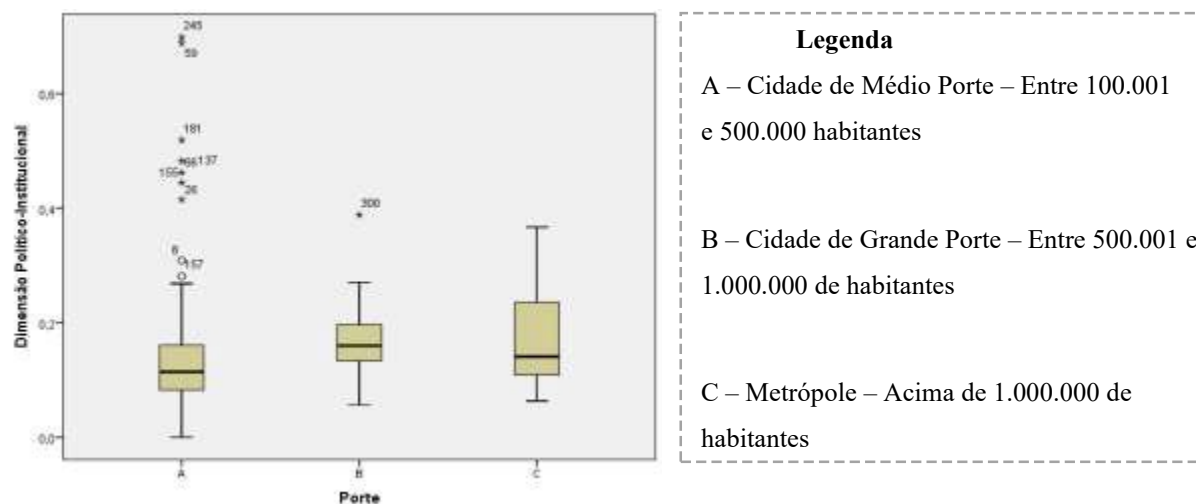


Figura 3. Distribuição da dimensão 'Político-Institucional' de acordo com o porte dos municípios



Nesse sentido, pode-se perceber que alguns aspectos referentes ao desenvolvimento urbano sustentável são impactados pelo porte dos municípios. Percebe-se que as dimensões 'Cultural' e 'Político-Institucional' tem menores resultados em municípios de médio porte.

Estes resultados vêm ao encontro do exposto por Therrien (2005). Segundo o autor, as cidades maiores têm melhor acesso do que as menores a fatores convencionais que levam à inovação e apresentam maior diversidade que podem melhorar as oportunidades tecnológicas. Estes aspectos podem ser relacionados aos investimentos que o município faz em áreas estratégicas de atuação (dimensão Político-Institucional) e no incentivo ao desenvolvimento cultural e tecnológico (dimensão Cultural).

A partir desses resultados, pode-se confirmar que o porte do município acarreta em contraste das médias de algumas dimensões do índice de desenvolvimento urbano sustentável, na medida em que foram encontradas diferenças significativas nas dimensões 'cultural' e 'político- institucional' relacionadas ao desenvolvimento urbano sustentável entre os municípios estudados.

A partir da identificação da relação entre o desenvolvimento urbano sustentável e o porte dos municípios pesquisados, pode-se avançar dar sequência às considerações finais do estudo.

5. Considerações finais

A pesquisa possibilitou a consecução dos seus objetivos, na medida em que permitiu compreender as diferenças no que tange ao desenvolvimento urbano sustentável nas diferentes realidades das cidades brasileiras. Os resultados vêm ao encontro do que a literatura aponta como aspectos relevantes nas cidades para que estas se apresentem como atrativas para a captação de pessoas qualificadas, para a promoção de melhor qualidade de vida e para o fornecimento de bens e serviços aos cidadãos.

Segundo Węziak-Białowolska (2016), as cidades podem ser consideradas como pacotes de serviços prestados aos cidadãos, onde suas necessidades e desejos correspondem a aspectos sociais e econômicos da cidade. Os aspectos sociais centram-se na cooperação e interação entre

cidadãos e sua satisfação. Já os econômicos enfatizam as dimensões industriais e funcionais da especialização econômica que, do ponto de vista do cidadão, implica a disponibilidade de trabalho e bens/serviços de consumo.

Rogers e Gumuchdjan (2013, p.33) defendem o conceito de cidade sustentável em uma cidade compacta. Para os autores, uma cidade compacta pode promover benefícios sociais, tais como a qualidade de vida encontrada em cidades saudáveis, cheias de vida e multifuncionais, nas quais se favorece a interação social e benefícios ambientais, como resultado de maior eficiência energética, menor consumo de recursos, menor nível de poluição e diminuição da expansão para a zona rural.

As altas densidades de construção também reduzem o tráfego e, portanto, podem fornecer às cidades benefícios ambientais e de qualidade de vida (BANISTER, 2012). Williams (2004) afirmou que o assentamento de alta densidade melhora a sustentabilidade social devido ao uso mais eficiente de instalações e serviços comunitários e alta acessibilidade, e aumenta vitalidade, atividades culturais e interação social.

Deve-se ressaltar, entretanto, as limitações desta pesquisa. Existem dificuldades na coleta dos dados referentes à gestão municipal. Dessa forma, o esforço de coleta limitou aos municípios brasileiros acima de 100 mil habitantes. Assim, os resultados apresentados referem-se apenas à realidade dos municípios pesquisados. Nesse sentido, sugere-se que os resultados possam ser confrontados com cidades de outros países e realidades, a fim de que as características possam ser comparadas, bem como em municípios de menor porte.

Por fim, ressaltam-se as contribuições desta pesquisa, tendo em vista resultados encontrados, sobretudo ao evidenciar que o porte das cidades está relacionado com alguns aspectos referentes ao desenvolvimento sustentável no ambiente urbano.

6. Referências

- Abdullahi, S., Pradhan, B., & Mojaddadi, H. (2017) *City Compactness: Assessing the Influence of the Growth of Residential Land Use*. Journal of Urban Technology, 25, 21-46.
- Banister, D. (2012.) *Assessing the Reality: Transport and Land Use Planning To Achieve Sustainability*. The Journal of Transport & Land Use. 5(3), 1-14.
- Carlino, G. A., Chatterjee, S., & Hunt, R. M. (2007) *Urban Density and the Rate of Invention*. Journal of Urban Economics, 61(3), 389-419.
- Gil, A. C. (2007) *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4ª ed.) São Paulo: Atlas.
- Gehl, J. (2013) *Cidades para pessoas*. (2ª ed.) São Paulo: Perspectiva.
- Hair, J. F Jr. et al. (2009) *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman.
- IBGE. (2011) *Indicadores Sociais Municipais: Uma Análise dos Resultados do Universo do Censo Demográfico 2010*. Estudos & Pesquisas. Informação Geográfica e Socioeconômica, Rio de Janeiro. Recuperado em 13 Dezembro, 2018, de <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv54598.pdf>.
- Keivani, R. (2010) *A review of the main challenges to urban sustainability*. International Journal of Urban Sustainable Development, 1(1-2), 5-16.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952) *Use of ranks in one-criterion variance analysis*. Journal of the American Statistical Association. 47(260), (583-621).
- Leite, C., & Awad, J. C. M. (2012) *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Porto Alegre: Bookman.
- Macfarlane, G. S., Garrow, L. A., & Mokhtarian, P. L. (2015) *The Influences Of Past And Present Residential Locations On Vehicle Ownership Decisions*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 74, 186-200.
- Malhotra, N.K. (2006) *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. (4 ed.) Porto Alegre: Bookman.

- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003) *Fundamentos de metodologia científica*. (5ª ed.) São Paulo: Atlas.
- Martins, M. F., & Cândido, G. A. (2008) *Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba*. João Pessoa: Sebrae.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2003) *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS* (3ª ed.) Edições Silabo: Lisboa.
- Roers, R. *Prólogo de Richard Rogers*. In: GEHL, J. (2013) *Cidades para pessoas*. (2 ed.) São Paulo: Perspectiva. Rogers, R., & Gumuchdjan, P. (2013) *Cidades para um pequeno planeta*. (1 ed.) 6ª reimpressão. São Paulo: G. Gili.
- Rossetto, A. M., Orth, D. M., & Rossetto, C. R. (2006) *Gestão ambiental integrada ao desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em Passo Fundo (RS)*. Rev. Adm. Pública, 40, 809–840.
- Silva, A. V. B., Serralvo, F. A., & Romaro, P. (2016) *Competitividade da América Latina – Um estudo à luz do modelo porteriano*. Revista Científica Hermes.
- Therrien, P. (2005) *City and Innovation: Different Size, Different Strategy*. European Planning Studies. 13(6), 853- 877.
- UN-HABITAT. (2013) *Planning and design for sustainable urban mobility global: report on human settlements 2013*. Nairobi: UN-HABITAT: Kenya. Recuperado em 22 junho, 2018, de <http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3503>.
- UNITED NATIONS. (2018) *Revision of World Urbanization Prospects*. United Nations, New York. Recuperado em 30 julho, 2018, de <https://esa.un.org/unpd/wup/>.
- Wang, L., & Shen, J. (2017) *Comparative Analysis of Urban Competitiveness in the Yangtze River Delta and Pearl River Delta Regions of China, 2000–2010*. Applied Spatial Analysis and Policy, 10(3), 401-419.
- WEŹIAK-BIAŁOWOLSKA, D. (2016) *Quality of life in cities – Empirical evidence in comparative European perspective*. Cities, 58, 87–96.
- Williams, K. (2004) *Can urban intensification contribute to sustainable cities? An international perspective*. City matters [online]. Recuperado em 21 junho, 2018, de <http://eprints.uwe.ac.uk/9233>.

Aplicación de las fibras de fique en el diseño de prendas de vestuario

Jorge Manrique H.

Universidad Pontificia Bolivariana, Grupo de Gestión de la Tecnología y la Innovación, Colombia

jorge.manrique@upb.edu.co

María Clara Restrepo

Universidad Pontificia Bolivariana, Grupo de Investigación en Nuevos Materiales, Colombia

mariaclararestreporestrepo@gmail.com

Cristina Castro

Universidad Pontificia Bolivariana, Grupo de Investigación en Nuevos Materiales, Colombia

cristina.castro@upb.edu.co

Resumen

Este artículo trata sobre la participación de diferentes funciones de la gestión tecnológica en un proceso de investigación aplicada desarrollado desde la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia, a través de sus grupos de investigación, y cómo con la participación institucional de la empresa privada y el Estado a través de Colciencias, permitió, desde la perspectiva de la tesis de la triple hélice, identificar uno de los problemas en la industria textil, relacionado con el consumo de agua en el proceso de producción, preparación y transformación del algodón, y conectarlo con una ventaja no explotada y económicamente viable de la agricultura colombiana como la planta de fique, y culminar exitosamente el desarrollo de un proceso denominado *cottonización*, del que se obtienen en esta fibra, propiedades similares a las del algodón, convirtiéndola en una nueva base para aplicaciones textiles. En este caso, se lograron obtener características para aplicación en prendas tipo *denim*. La novedad de los resultados obtenidos en este desarrollo llevó a la solicitud de patente de invención para dicho proceso.

Se presentan las diferentes etapas del proceso de investigación y desarrollo, y los resultados más representativos desde el punto de vista técnico para la obtención de las fibras *cottonizadas* y bases textiles encontradas.

Palabras clave

Fibra de fique, *cottonización*, *denim*, gestión tecnológica, triple hélice, vigilancia tecnológica, patente de invención.

Objetivo

Describir las fases o etapas de la gestión tecnológica llevadas a cabo durante el proceso de investigación para la *cottonización* de la fibra de fique, en el que se desarrolló una nueva base textil con mejores resultados en cuanto al impacto ambiental y consumo de agua durante su cultivo y procesamiento industrial, comparados con los de la fibra de algodón y que dio como resultado una solicitud de patente de invención.

1. Introducción

La gestión tecnológica implica la gestión de todos los factores clave de la producción para crear riqueza sostenible en el largo plazo. Las funciones de la gestión tecnológica son definidas a partir de la estrategia de la empresa que, a su vez, define la estrategia tecnológica de la que se desprenden: la Investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y de nuevos productos, la adquisición, uso y transferencia de tecnologías; la comercialización de nuevos productos, la gerencia de la cadena de valor, la gerencia del ciclo de vida del producto, la gestión de la información, la prospección tecnológica y la gestión del conocimiento. Todas estas funciones se relacionan y complementan entre sí. No obstante, la intensidad en el desarrollo de cada función es diferente según el tipo, tamaño, cultura y desarrollo tecnológico de la empresa (Kropsu-Vehkaperä, Haapasalo, & Jukka-Pekka, 2009).

De otro lado, la tesis de la triple hélice dice que el potencial de innovación y desarrollo económico en una sociedad del conocimiento reside en un papel más destacado de la universidad y en la hibridación de elementos de la universidad, la industria y el gobierno para generar nuevos formatos institucionales y sociales para la producción, la transferencia y aplicación del conocimiento (generación de conocimiento, innovación, difusión y uso), destacando la importancia de la Universidad entre los actores de la innovación con una nueva misión: la comercialización de la investigación académica y su participación en el desarrollo socioeconómico mediante interacciones no lineales entre componentes, relaciones y funciones, para generar nuevas combinaciones de conocimiento y recursos que pueden promover la teoría y la práctica de la innovación, especialmente a nivel regional (Triple Helix Research Group, s.f.), (Ranga & Etzkowitz, 2013).

El cumplimiento sistemático del proceso que lleva a la innovación tiene una serie de etapas que requieren de conocimiento especializado, recursos y tiempo. En sus etapas iniciales, dicho proceso plantea la investigación de algún fenómeno de interés, realizando las caracterizaciones necesarias para proveer la información con la cual se dará inicio al desarrollo de un producto o proceso de utilidad para la industria o la sociedad (INTI, 2009). Este proceso de diseño se define como la generación y evaluación sistemática e inteligente de especificaciones cuya forma o función alcanzan los objetivos establecidos y satisfacen unas restricciones especificadas, que constituyen la base para evaluar el grado de éxito de los diseños propuestos (Dym & Little, 2002).

En el caso que nos ocupa, varios integrantes de grupos de investigación de la Universidad Pontificia Bolivariana y pertenecientes al programa de Ingeniería Textil iniciaron una investigación tendiente al desarrollo de una nueva aplicación textil con fibras naturales autónomas de la región, que presentaran características favorables en lo ambiental, en su aplicación técnica industrial y su rentabilidad financiera y social.

Durante la formulación del proyecto se evidenciaron limitaciones propias de una sola institución de carácter universitario para abordar esta investigación, tanto desde el aspecto de financiación, como de infraestructura, propia de una empresa de producción textil. Como se mencionó anteriormente, esta situación ha sido estudiada desde la tesis de la triple hélice (Ranga & Etzkowitz, 2013) y por lo tanto, se procedió a convocar instituciones relacionadas con la investigación, la industria de producción textil y a participar en convocatorias para financiar proyectos de investigación promovidas desde el gobierno, que pudieran apoyar la propuesta y el posterior desarrollo de una nueva fuente para procesos textiles.

Ya dentro del proceso de investigación se realizó, en varias de las etapas, la vigilancia

tecnológica, definida como “el esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con el objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (Escorsa & Maspons, 2001), definición complementada por (Palop & Vicente, 1999) con el concepto de apoyo a la toma de decisiones oportunas con el fin de convertir esos cambios en fuente de oportunidades para la generación de riqueza.

La primera actividad en este sentido, inició con la documentación y el diagnóstico de la situación problema que en este caso era el desarrollo de una base textil ecológica que pudiera servir para la formulación de diferentes productos, de base biológica (polímeros como la celulosa, el almidón, proteínas y aceites que se han utilizado exitosamente). A pesar de que la celulosa se obtiene principalmente de la madera, esta fuente ha sido cuestionada porque está relacionada con problemas ambientales como la deforestación que repercuten en el clima, la hidrología, los suelos y la biodiversidad (Cunningham, y otros, 2015). El algodón es la fibra natural de mayor consumo en la industria textil colombiana con alrededor de 80.000 toneladas por año, del cual el 50% debe ser importado. Su cultivo es intensivo en el uso de agua, agro-insumos y pesticidas necesarios para el control de plagas (Quye, 2014). Como el mercado actual demanda nuevas características en los productos relacionadas con la sostenibilidad, la ecología y la responsabilidad social, se propuso entonces, realizar una investigación para identificar una fibra natural, nativa de la región, que pudiera ser utilizada para elaborar prendas de vestuario, con prestaciones que solucionen la problemática de las fibras de algodón.

En la siguiente etapa de vigilancia se encontró que, dentro de las plantas existentes en el país, con potencialidad para producir fibras que pudieran hilarse estaba el fique, del que se extraen fibras duras, gruesas, toscas, poco flexibles y de aspecto burdo; condiciones que le dan excelentes propiedades mecánicas y por las cuales, han sido usadas en la elaboración de sacos y cordeles para la industria, pero no ha sido posible usarlas de manera directa en la elaboración de bases textiles para vestuario. Las diferencias en su morfología y composición química eran evidentes con el algodón.

Buscando cómo cambiar tales características, se encontró un proceso llamado “*cottonización*”, el cual fue desarrollado en Polonia a principios del siglo XX, para impartir a las fibras bastas y duras el aspecto y las propiedades del algodón, mediante la remoción de los componentes no celulósicos presentes en las fibras, sin dañar las estructuras fibrilares de celulosa; obteniéndose así fibras más finas, flexibles, blancas y suaves

Para la siguiente etapa, se diseñaron experimentos con las fibras *cottonizadas* para elaborar un hilo de mezcla íntima que logró tener una composición final de 50% algodón/ 50% fibra de fique y un calibre o título, *Nm 14*, que es usado comúnmente en la industria para la producción de bases textiles de peso medio, aptas para la manufactura de prendas como *jeans*, pantalones informales, chaquetas y bolsos entre otros. Con este hilo se experimentó en la construcción de diferentes bases textiles de tejido plano como tafetán, sarga y satín, al igual que se desarrollaron algunas pruebas en tejido de punto.

Los resultados obtenidos en la evaluación de las propiedades mecánicas tanto de los hilos como de las bases textiles y la evaluación cualitativa de dichas bases cumplieron los requerimientos necesarios para poder ser utilizadas en diferentes aplicaciones en el vestuario y a su vez, mostraron la posibilidad de solicitar un registro de patente de invención para el proceso de *cottonización* de esta fibra.

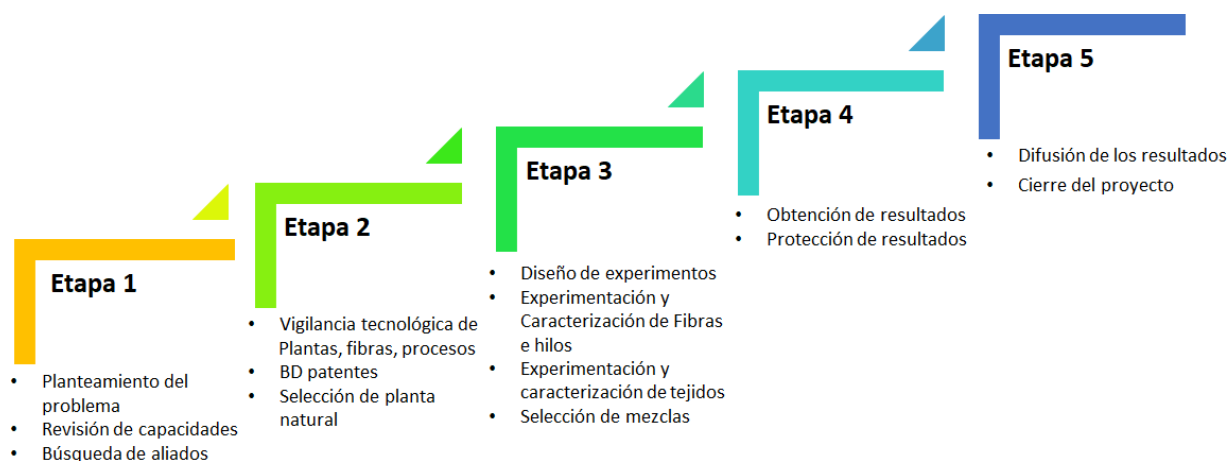
Se presentan a continuación las diferentes fases de este proyecto y los resultados técnicos más importantes que se obtuvieron de la investigación, tratando de ilustrar a la vez, el

proceso de gestión tecnológica llevado a cabo.

2. Metodología

La metodología de esta investigación se llevó a cabo siguiendo parámetros de un proceso convencional de diseño, integrando en sus diferentes etapas o fases los elementos de gestión tecnológica necesarias para su financiación, experimentación y desarrollo. Las cinco fases del proceso se muestran en la Figura 1:

Figura 1. Proceso de diseño de la investigación para obtención de una nueva base textil



Fuente: Elaboración propia

3. Desarrollo

Etapa 1: En esta etapa se inició el planteamiento del problema a resolver, relacionado con la problemática del consumo de agua en el cultivo y procesamiento textil del algodón, buscando como alternativa, una fibra natural nativa que pudiera tener características similares, apropiadas para usarse como base textil.

Las limitaciones de carácter institucional para la investigación y el desarrollo individual de nuevos productos y tecnologías han llevado al planteamiento de la tesis de la triple hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995), donde se combinan las fortalezas de cada institución relacionada con los ámbitos público, de producción y la Universidad, para llevar a cabo procesos de I+D que conduzcan a la innovación. Dicha tesis ha sido demostrada en múltiples casos de éxito alrededor del mundo.

Desde ésta perspectiva, para enfrentar esta investigación, se determinaron las capacidades requeridas y se realizaron consultas e invitaciones a diferentes instituciones y empresas relacionadas con el desarrollo de bases textiles para participar en el proyecto. Posteriormente, éste se presentaría a convocatoria gubernamental a través de Colciencias según sus líneas de interés lo cual, efectivamente ocurrió, y entonces, se determinaron las responsabilidades y participación de cada uno de los integrantes de la investigación. El proyecto se inició con la participación de la Universidad Pontificia Bolivariana como proponente de la investigación, la empresa textil Expofaro de la ciudad de Medellín, el centro

de investigación y desarrollo INNOTEX de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC), y Colciencias como ente público cofinanciador del proyecto.

Etapas 2: Una de las actividades que se realiza en todas las etapas que conducen a la innovación es la vigilancia, que se define como “el esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con el objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (Escorsa & Maspons, 2001), definición complementada por (Palop & Vicente, 1999) con el concepto de apoyo a la toma de decisiones oportunas con el fin de convertir esos cambios en fuente de oportunidades para la generación de riqueza.

Se identificaron las principales plantas nativas con características de fibras para hilatura y sus diferentes procesos y se encontró que la fibra de fique cumplía con varias características. Se identificaron las propiedades de la fibra de fique y los procesos necesarios para hacerla apta en la producción de telas para vestuario y se seleccionó dicha fibra. Se realizó luego un proceso de vigilancia tecnológica sobre el fique, sus procesos y aplicaciones.

Para hacer un sondeo a nivel internacional relacionado con el desarrollo de productos textiles para vestuario con fibras afines al fique (clasificada como fibra dura), se realizó una búsqueda en la base de datos *Scopus* con las palabras “*hard fiber*” y “*fabric*” or “*clothing*” or “*textile*”, la cual no arrojó ningún resultado indicando que este tipo de fibras aún no se han aplicado en el sector textil, situación que puede responder a sus características físicas que las hacen gruesas y les proporcionan un tacto rígido y tosco poco apto para estar en contacto con la piel.

Etapas 3: En esta etapa se realizaron todos los experimentos y procesos fisicoquímicos relacionados con el proceso de *cottonización*, se hizo una revisión bibliográfica de dicho proceso y de las patentes de la fibra de Fique, fibras afines o con características similares a ésta; se diseñaron y llevaron a cabo los diferentes experimentos para ennoblecer la fibra escogiendo los procesos y tratamientos químicos más pertinentes y eficaces para la modificación de los atributos previamente analizados. Luego se hizo un escalamiento para procesar una cantidad de fibra suficiente para la producción industrial de hilo en la empresa local EXPOFARO, con el fin de desarrollar las bases textiles necesarias para el portafolio y las validaciones posteriores. Las fibras se caracterizaron por: análisis bromatológico, microscopía óptica y electrónica de barrido SEM. Luego de obtener la fibra suavizada, se procedió a hacer la hilatura en el centro INNOTEX perteneciente a la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC). El hilo fue mezclado exitosamente con algodón. Se produjo un hilo en *Ring Spun* (RS). Los hilos generados se caracterizaron por microscopía óptica y electrónica de barrido SEM y según las normas internacionales para este tipo de textiles.

Posteriormente, se desarrolló un tejido en maquinaria convencional para tejeduría de plano en el centro INNOTEX, y se analizaron el comportamiento de la fibra y el hilo en los tejidos.

Etapas 4: Luego de las pruebas, los resultados indicaron que se había logrado desarrollar una base textil con las características del *denim* (Sarga 3x1 con urdimbre en hilo de algodón 100% teñido en índigo) con trama en el hilo 50% algodón y 50% fique *cottonizado*. El *denim* es el textil de más consumo en Colombia. Las bases textiles también se caracterizaron por microscopía óptica y electrónica de barrido SEM y normas ASTM.

La novedad, el nivel inventivo y la potencialidad de aplicación industrial de los desarrollos intelectuales originales, son los requisitos para solicitar alguna de las formas de

propiedad industrial, siendo una de ellas la patente de invención (OMPI, 2018). La vigilancia tecnológica y la consulta en bases de datos de patentes debe realizarse previamente para establecer el estado de la técnica y determinar la novedad de la invención. Cuando esto se ha realizado, se procede a redactar el documento de patente según lineamientos de la organización pertinente que, en el caso colombiano, es la Superintendencia de Industria y Comercio -SIC. El documento debe tener una descripción de la invención, reivindicaciones o características técnicas, dibujos (si son necesarios), y un resumen con el aporte de la invención. Con estos documentos se presenta la solicitud de manera física o electrónica ante la SIC, llenando los formularios recomendados para ello. Posteriormente se debe hacer un seguimiento a las diferentes etapas del proceso (SIC, s.f.).

Luego de verificar la eficacia y novedad del proceso de *cottonización* de la fibra de fique se procedió con la fase de protección a la propiedad intelectual para lo cual, la oficina de propiedad intelectual de la Universidad, inició el trámite ante la Superintendencia de Industria y Comercio, para obtener una patente con el nombre “*PROCESO DE TRATAMIENTO DE FIBRAS NATURALES*” que protege el proceso de *cottonizado* desarrollado para el tratamiento de la fibra de fique, el cual la hace apta para la producción de bases textiles, según lineamientos de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI, 2018). Actualmente se encuentra en estudio para pasar a la fase internacional del sistema del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

Etapa 5: La difusión de la investigación hace parte de los compromisos con el ente gubernamental financiador (Colciencias). No obstante, la información relacionada con aspectos técnicos del proceso, se mantienen en reserva hasta la obtención oficial de la patente de invención pues, es requisito para patentamiento, que los detalles de la invención no sean conocidos por el público.

Se han realizado varias ponencias y publicaciones nacionales e internacionales (Amaya Vergara, y otros, 2018), (Uribe, Junio 2017) reuniones de socialización en la Gobernación de Antioquia, entrevistas en radio y televisión y se desarrolló un portafolio de resultados y productos derivados de la investigación.

Finalmente, se elaboraron los documentos jurídicos referentes al cierre del proyecto, con la intervención de la dependencia universitaria encargada de apoyar este proceso.

4. Resultados

Las consultas iniciales mostraron que la investigación científica en torno a la fibra de fique se ha desarrollado desde 2001 en Colombia y otros países como Brasil, Estados Unidos, Canadá (Gañán, 2003), (Hidalgo, 2011), (Tonoli, 2011), (Cabrera, 2007), (Pelaez, 2011) y se han enfocado hacia las posibilidades de la fibra para el desarrollo de *composites* o plásticos reforzados, uso de la fibra en el refuerzo de *composites* de cemento y concreto, propiedades térmicas del fique, y sobre el suavizado de fibras de fique con enzimas y procesos químicos el cual, concluye que “*el biopolishing*” con enzimas celulasas retira las protuberancias superficiales de la fibra de fique, pero no logra el efecto de suavidad necesario para la manufactura de prendas textiles. En total Se encontraron 66 artículos de las principales temáticas. El tema de mayor importancia (54,5%) es la aplicación de la fibra como reforzante para materiales compuestos, seguido con el estudio de las propiedades de la fibra con un 9,1% y la caracterización y/o uso del bagazo y el jugo con un 7,6% cada uno.

Para el análisis de desarrollo tecnológico, se utilizó la base de datos de patentes de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia y buscadores internacionales,

encontrándose cuatro expedientes de los cuales tres fueron negados, y solo una patente fue concedida para la Universidad del Cauca con el título “Proceso de obtención de un material compuesto por harina de yuca, fibra de fique y glicerina”.

A nivel internacional, se encontraron tres patentes, entre ellas, una de la Universidad del Cauca para la aplicación de las fibras en una “Nueva estructura para colchón con aireación” y una adjudicada a la Universidad de Santander con título “*Material used in the removal of contaminants from liquid matrices*”.

4.1. Selección de la fibra

El fique pertenece al género *Furcraea*, que comprende 20 especies, muchas empleadas para la extracción de fibras textiles (Jimenez Narvaez, 1968). En general, las plantas de este género se caracterizan por tener hojas de color verde con una longitud entre 1 y 3 metros y un ancho entre 10 y 20 cm. Su vida útil comienza generalmente entre los 3 y 6 años y puede tener una vida productiva entre 10 a 20 años (Cadefique, 2006). Se estima que el rendimiento de fibra seca por hectárea es de 2 toneladas al año, las cuales representan únicamente el 4% del peso total de las hojas y se destina únicamente para la producción industrial de cuerdas y costales.

Para esta investigación se tomaron muestras de tres de las cinco especies más importantes cultivadas en Colombia (Castellanos, 2009): “Bordo de Oro” (*Furcraea Castilla*), “Cenizo” (*Furcraea Cabuya Trel*) y “Jardineña o Uña de águila” (*Furcraea Macrophylla*) del Municipio de San Vicente Ferrer, en el Departamento de Antioquia. De las plantas, se extrajeron las fibras, se secaron y se analizaron para determinar algunas de sus características morfológicas, propiedades mecánicas y composición química para determinar las posibles aplicaciones textiles. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Características de las fibras de fique de tres especies colombianas

Composición química						Tenacidad	Alargamiento
Fibra	Título (Tex)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Otros (%)	(cN/Tex)	a la rotura (%)
Bordo de Oro	45	60.3	18.9	8.7	12.1	19,02	5,11
Uña de Águila	39	60.8	22.4	7.4	9.4	33,71	3,66
Cenizo	17	59.1	24.6	8.7	7.6	21,05	8,25

Fuente: Elaboración propia

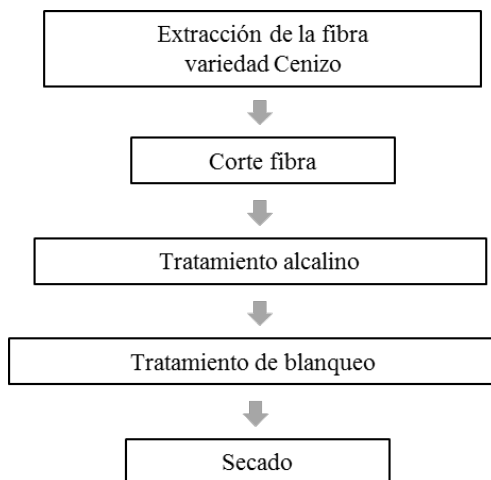
4.2. Proceso de cottonización

Las fibras naturales bastas o duras están compuestas por fibras elementales o microfibrillas, que podrían ser separadas o individualizadas para ser utilizadas en diferentes aplicaciones. Con el fin de analizar las posibilidades de la fibra de fique para su uso en prendas de vestuario, se hizo un análisis de los procesos reportados en la literatura y se seleccionó uno de ellos para suavizar las fibras o *cottonizarlas* mediante la eliminación del componente celulósico (Bhattacharya, 2007). Para el proceso se escogió la variedad Cenizo por haber resultado ser la de mayor finura. En la figura 2, se puede observar el proceso.

El experimento realizado incluyó el corte de fibra, hinchamiento de la estructura para

blanqueamiento, diseño aleatorio de experimento para condiciones óptimas, selección de variables independientes, análisis estadístico utilizando un ANOVA en *Statgraphics®*, determinación del efecto principal según (Gutiérrez Pulido, 2008). El experimento llevó a realizar satisfactoriamente un proceso de aislamiento de celulosa utilizando tratamientos menos contaminantes a las fibras de fique para obtener una pasta con contenido de celulosa y grado de polimerización (DP) apropiado para producir filamentos de rayón de viscosa de utilidad para elaboración de productos textiles.

Figura 2. Esquema del proceso aplicado para el cottonizado de la fibra de fique



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, para establecer la viabilidad de producción en un proceso de hilatura industrial tradicional, se recurrió al proceso de mezcla con el fin de aumentar la cohesión interfibrilar; las fibras de fique *cottonizadas* fueron mezcladas con algodón en una proporción de 50:50, y luego se procesaron mecánicamente y en el proceso previo a la hilatura, se mezclaron con poliéster para hilar en una hiladora de rotor u *open end* en la cual se obtuvo un hilo con título *Ne 14* (Numero Inglés). Los hilos resultantes fueron caracterizados y se seleccionaron aquellos que permitieron conformar una base textil para construir un tejido de sarga 3x1 cuya caracterización se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de los análisis realizados a la tela con fibra de fique

Pruebas a las bases textiles	Resultado
Determinación de la masa por unidad de área (peso) (g/mt ²)	364
Resistencia a la rotura urdimbre (N)	394
Resistencia a la rotura trama (N)	735
Resistencia al desgarre urdimbre (N)	44,3
Resistencia al desgarre trama (N)	62,68
Resistencia al deslizamiento de los hilos en costura urdimbre (N)	200

Resistencia al deslizamiento de los hilos en costura trama (N)	200
--	-----

Fuente: Elaboración propia

5. Discusión y análisis

El planteamiento del problema a resolver, relacionado con la problemática del consumo de agua en el cultivo y procesamiento textil del algodón fue acertado pues, la información encontrada corrobora que la industria textil consume grandes cantidades de agua para el cultivo y la transformación de una de sus principales fibras que es el algodón.

El abordaje de una investigación de manera conjunta entre la Universidad, la Industria y el Estado, para combinar las fortalezas de cada institución relacionada con los ámbitos público, de producción y la Universidad para llevar a cabo procesos de I+D que potencialmente conduzcan a la innovación, efectivamente permitió llevar a cabo actividades, que de manera individual no hubiera sido posible, tal como lo plantea la tesis de la triple hélice. Las organizaciones participantes realizaron sus funciones según las capacidades propias y los planteamientos del proyecto, llevando a la culminación exitosa de éste, y planteando la expectativa de una fase futura para el escalamiento del proceso a nivel industrial.

La información encontrada sobre el algodón, mostró que éste tiene un alto contenido de celulosa que es un polímero hidrófilo y permite a las fibras absorber la humedad que se produce en el cuerpo brindándole a éste confort térmico. La poca presencia de lignina y hemicelulosa, y su estructura unicelular le confiere a la fibra finura, flexibilidad y suavidad. Estas características hacen del algodón la principal fibra natural de consumo en el mundo con una participación de un 39% en el mercado total de las fibras textiles (Enciso E., 2009). No obstante, el algodón es un cultivo que demanda gran cantidad de agua y uso de pesticidas, lo cual puede representar un problema para el medio ambiente y la sostenibilidad (Tobler-Rohr, 2011). De igual manera, con el auge en el uso de las fibras naturales se han presentado diversos estudios encaminados a lograr que otras fibras de recursos renovables como las de los tallos o las hojas, puedan ser usadas en vestuario lográndose conseguir características similares a las del algodón. Este proceso es denominado *cottonización* y generalmente se realiza por métodos químicos, mecánicos o combinados, y en los últimos años, a raíz de la búsqueda de soluciones amigables con el medio ambiente, se ha estado estudiado el uso de enzimas (Harwood, 2008).

El fique es denominada la fibra nacional Colombiana debido a que es el mayor productor de dicha fibra en el mundo con un aproximado de 21.600 toneladas al año, aportando esto al 1% de la producción mundial de fibras naturales (Castellanos, 2009). Desde 2015, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, y Colciencias, buscan definir dentro de los objetivos estratégicos y líneas de acción para el sector agropecuario y agroindustrial colombiano en un horizonte de diez años la caracterización morfológica y molecular de los eco-tipos de la planta de fique (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2017).

El comportamiento mecánico de las fibras duras de fique las hace de utilidad en la producción de cordelería y empaques. Sin embargo, su alto contenido de lignina y hemicelulosa y su diámetro comparado con la fibras bastas y el algodón, les confieren un tacto duro y tosco, razón por la cual no son aptas para ser utilizadas en la producción de bases textiles para vestuario (Tobergte, 2013), (Bunsell, 2009), (Msahli, 2015).

Con respecto a la hilatura de las fibras, se utilizó el Tex (peso en gramos de 1000 metros

de material) para expresar la finura, grosor o calibre de los materiales textiles. Los resultados muestran que la variedad *Cenizo* es más fina que las otras dos variedades estudiadas. En cuanto a los contenidos de celulosa, hemicelulosa, lignina y otros componentes en menor escala (Franck, 2013), (Tonoli, 2011), no se encontraron diferencias relevantes entre las tres especies pues, la composición química se mantiene entre las diferentes variedades.

Se verificó la viabilidad del uso de las fibras de fique *cottonizadas* en condiciones óptimas en la producción de una base textil en un proceso industrial tradicional. Tanto el hilo como la base textil se caracterizaron y los valores en sus propiedades y requisitos se encuentran dentro de los rangos estandarizados según las normas internacionales UNE, ISO, ASTM y en la norma NTC 703-2.

Desde la perspectiva de la gestión tecnológica en la fase de diseño de producto y proceso, en donde se involucró la vigilancia tecnológica, con las capacidades profesionales de I+D para una nueva base textil para producción de telas tipo *denim*, se encontró el resultado más importante esperado de esta fase, que es la solicitud de patente de invención para el proceso de *cottonización* de la fibra de fique. La Universidad cuenta con una dependencia de apoyo que se encarga de realizar los trámites formales para dicha solicitud ante la Superintendencia de Industria y Comercio SIC.

A partir de esta investigación se plantea también la posibilidad de industrializar el fique desde una nueva perspectiva. Actualmente en Colombia, se producen alrededor de 30,000 toneladas métricas de fibra natural de fique por año para la fabricación de cuerdas y sacos, que representan el sustento de más de 70,000 familias campesinas.

6. Conclusiones

Las principales conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

La práctica de la gestión tecnológica es fundamental para la investigación y el desarrollo de nuevos productos pues, el desconocimiento de sus procesos puede ser motivo de pérdidas de esfuerzos y recursos personales, financieros e institucionales.

La relación institucional entre la Universidad, la Empresa y el Estado, conocida como la triple hélice, es efectiva los procesos de I+D que requieren diversidad en conocimiento y recursos, como en el proceso de desarrollo de esta investigación en la que se logró obtener una nueva base textil la cual, como invención, es el primer paso en el proceso que lleva a la innovación.

Las funciones de la gestión tecnológica relacionadas con el inicio del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos, y establecimiento de dependencias de apoyo para efectuar los trámites legales entre los participantes, se realizaron de manera lógica y coherente, dando como resultado un proceso con posibilidad de ser patentado.

La vigilancia tecnológica fue fundamental para la identificación de oportunidades de desarrollo del proceso de *cottonización* aplicado a la fibra de fique y su posibilidad de solicitar protección mediante patente de invención.

La investigación básica y la investigación aplicada forman parte fundamental del proceso de diseño de nuevos productos de base tecnológica.

La aplicación lógica del proceso de diseño en la investigación desde la perspectiva de la Gestión Tecnológica, realizado por personal con capacidades de investigación, apoyado por recursos financieros, físicos y tecnológicos, ha permitido obtener resultados pertinentes que se pueden reflejar en la investigación en el campo textil y de nuevos materiales, para la industria textil y para la agricultura colombiana.

El estudio llevó a realizar satisfactoriamente un proceso de aislamiento de celulosa utilizando tratamientos menos contaminantes a las fibras de fique para obtener una pasta con contenido de celulosa y grado de polimerización (DP) apropiado para producir filamentos de rayón de viscosa de utilidad para elaboración de productos textiles.

El proceso de *cottonización* de la fibra de fique resultó ser eficiente y de posible fácil aplicación en la industria textil nacional para producción de tejidos tipo índigo además, resultó ser novedoso y sus características cumplieron con los requerimientos para solicitar registro de patente de invención, que favorece a los participantes del proyecto.

Para la agricultura y la industria colombiana, se plantea a partir de ésta investigación, la posibilidad de industrializar el fique desde una nueva perspectiva.

Con este desarrollo inicial, se propone la posibilidad de encarar las fases siguientes que permitan llegar a la producción a escala industrial y la distribución comercial completando el proceso de innovación para esta nueva base textil.

7. Referencias

- Amaya Vergara, M. C., Cortés G, ., M., Restrepo Restrepo, M. C., Castro Herazo, C. I., Manrique, J., Pereira Soto, M. A., . . . Zuluaga Gallego, R. (2018). Novel biobased textile fiber from colombian industrial waste fiber. *Molecules*, 1-13.
- Bhattacharya, S. D. (2007). Degumming of decorticated ramie: Effects of alkalis on gummy compositions vis-à-vis their properties. *Journal of the Textile Institute*, 98(5), 431–436. doi:00405000701502891
- Bunsell, A. R. (2009). *Handbook of tensile properties of textile and technical fibers*. . Woodhead Publishing.
- Cabrera, G. &. (2007). El fique como aislante térmico. *Biocología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial. Revista Facultad de Ciencias Agrarias.*, 5(1), 9–16.
- Cadefique. (2006). *Guía ambiental del subsector fiquero*. . Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Castellanos, O. F. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva del fique en Colombia*. . Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/Universidad Nacional de Col.
- Cunningham, S., Nally, R., Baker, P., Cavagnaro, T., Beringer, J., Thomson, J., & Thompson, R. (2015). Balancing the environmental benefits of reforestation in agricultural regions. *Perspect. Plant. Ecol. Syst.*, 301-307.
- Dym, C., & Little, P. (2002). *El proceso de diseño en ingeniería*. México: Limusa Wiley.
- Enciso E., G. L. (2009). *Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Algodón, Textil, Confecciones en Colombia*. Bogotá: Team Consultores.
- Escorsa , P., & Maspons, R. (2001). *De la vigilancia tecnologica a la inteligencia competitiva*. Alhambra Editorial.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix -- University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *Social Science Research Network.*, 14(1), 14-19. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085
- Franck, R. R. (2013). Bast and other plant fibres. *Journal of Chemical Information and Modeling* , 53. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Gañán, P. &. (2003). Thermal and degradation behavior of fique fiber reinforced thermoplastic matrix composites. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (73), 783–795. Obtenido de <https://doi.org/10.1023/A:1025830430267>
- Gutiérrez Pulido, H. a. (2008). Diseños Factoriales . En e. P. Rojas, *Análisis y Diseño de Experimentos* (págs. 294– 312.). McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Harwood, R. H. (2008). Cottonisation of Flax. *International Conference on Flax and Other Bast Plants (pp. 18– 128)*.
- Hidalgo, M. A. (2011). Desempeño mecánico del compuesto polietileno aluminio reforzado con agro fibras continuas de fique. , . Recuperado en 23 de abr. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y*

- Materiales*, 31(2), 187-194. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522011000200012&lng=es&tlng=es
- INTI. (1 de octubre de 2009). *El proceso de diseño: Fases para el desarrollo de productos*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires, Arg. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/prodiseno/pdf/n141_proceso.pdf
- Jimenez Narvaez, G. (1968). *Estudio general del Fique (Furcraea spp)*. . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Kropsu-Vehkaperä, H., Haapasalo, H., & Jukka-Pekka, R. (2009). Analysis of Technology Management Functions in Finnish High Tech Companies. *The Open Management Journal*(2), 1-10. Obtenido de <https://benthamopen.com/contents/pdf/TOMANAJ/TOMANAJ-2-1.pdf>
- Linares, E., Galeano, G., García, N., & Figueroa, Y. (2008). Fibras Vegetales Empleadas en Artesanías en Colombia. *Artesanías de Colombia*, 1-30.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2017). *PECTIA la gran herramienta para definir las líneas de acción y la toma de decisiones de la agroindustria nacional*. Obtenido de PECTIA la gran herramienta para definir las líneas de acción y la toma de decisiones de la agroindustria nacional: <http://www.siembr.gov.co/siembr/Pectia.aspx>
- Msahli, S. J. (2015). Study of the Mechanical Properties of Fibers Extracted from Tunisian Agave americana L. *Journal of Natural Fibers*, 12(6), 552–560. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/15440478.2014.984046>
- OMPI. (18 al 22 de junio de 2018). *OMPI – Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2018) Undécima Reunión del Grupo de Trabajo del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT). Ginebra. PCT/WG/11/5 ORIGINAL: INGLÉS*. Obtenido de OMPI: From: https://www.wipo.int/edocs/mdocs/pct/es/pct_wg_11/pct_wg_11_5.pdf
- OMPI Organización Mundial de Propiedad Intelectual. (2 de 6 de 2019). *Patentes*. Obtenido de <https://www.wipo.int/patents/es/>
- Palop, F., & Vicente, J. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española*. Madrid: COTEC. Obtenido de http://informecotec.es/media/15_Est15_Vig_Tec_Intelg_Competit.pdf
- Pelaez, A. F. (2011). Softening of fique fiber with enzymatic and chemical process. *11th World Textile Conference AUTEX2011*. Alsace- Mulhouse - Engineering School of the Université de Haute.
- Quye, A. (2014). Factors influencing the stability of man-made fibers: A retrospective view for historical textiles. *Polym. Degrad. Stab.*, 210-218.
- Ranga, M., & Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation. *Policy and Practice in the Knowledge Society, Industry and Higher Education - Special Issue "Innovation policy as a concept for developing economies: renewed perspectives on the Triple Helix system"*, 27(4), 237-262.
- Obtenido de The Triple Helix concept: https://triplehelix.stanford.edu/3helix_concept
- SIC. (s.f.). *Pasos para solicitar una patente*. Recuperado el 2 de 6 de 2019, de <http://www.sic.gov.co/pasos-para-solicitar-una-patente>
- Sosa Compean, L. B. (septiembre 2010). Métodos y técnicas de diseño. *contexto*, 50-54.
- Tobergte, D. R. (2013). Physical testing of textiles. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689– 1699. Obtenido de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tobler-Rohr, M. I. (2011). *Handbook of sustainable textile production*. . Woodhead Publishing.
- Tonoli, G. H. (2011). Effects of natural weathering on microstructure and mineral composition of cementitious roofing tiles reinforced with fique fibre. *Cement and Concrete Composites*, 33(2), 225–232. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.10.013>
- Triple Helix Research Group. (s.f.). *Stanford University Triple Helix Research Group*. Recuperado el 01 de 05 de 2019, de The Triple Helix concept: https://triplehelix.stanford.edu/3helix_concept
- Uribe, J. F. (Junio 2017). Denim con fique:: nueva aplicación textil. *Revista Universitas Científica*, 8-11.
- Villota Ramírez, J. A., Muñoz Maya, O., & Benavides, J. A. (2006). *Caracterización ocupacional del subsector fiquero de Colombia*. SENA.

La planificación adaptativa y los sistemas regionales de innovación en la Amazonía peruana: Un estudio de caso

Emilio Díaz Mori

Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado, Perú
ediazm@pucp.edu.pe

Miguel Domingo González Álvarez

Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Perú
dgonzal@pucp.edu.pe

Resumen

En este artículo se presenta un estudio de caso basado en la metodología investigación acción que sintetiza las perspectivas de un Sistema Regional de Innovación y la aplicación del enfoque de Planeamiento Adaptativo No Sinóptico para su desarrollo. Los objetivos de esta investigación son: 1) identificar a los actores del sistema y sus interacciones que incentivan la innovación y; 2) indagar sobre la aplicación del enfoque de planeamiento adaptativo para organizar sistemas de innovación. La investigación concluye que el enfoque de Planeamiento Adaptativo No Sinóptico denominado “Planeamiento Interorganizacional”, que emplea la metodología de “reticulación”, es apropiado para su aplicación en la organización de Sistemas Regionales de Innovación.

Palabras clave

Planeamiento, Adaptativo, Innovación, Sistemas, Regional.

1. Introducción

El estudio de la innovación desde el punto de vista sistémico permite abordarla en diferentes niveles como nacional, regional, sectorial o local. En todos estos niveles el enfoque está centrado en identificar a los actores que conforman el sistema, así como en las interacciones que ocurren entre ellos para incentivar o no la innovación con el objetivo de mejorar los niveles de productividad y competitividad regional. Este enfoque ofrecido por los sistemas de innovación es propicio para generar políticas públicas de promoción del desarrollo económico (Cooke et al., 1997; Freeman & Soete, 1997; Lundvall, 1998).

De acuerdo a Lundvall et al.(2009), investigaciones recientes en países en desarrollo donde la institucionalidad es débil, existe un consenso de desarrollar previamente acciones de fortalecimiento de capacidades en los actores del sistema de innovación con el objetivo de generar articulaciones de dichos actores fortalecidos que propicien resultados efectivos. Los sistemas de innovación son complejos técnica y socialmente debido a la heterogeneidad de los actores involucrados que existen en estos sistemas y las estrategias de cambios tecnológicos y sociales que quieren desarrollar a través del planeamiento, la implementación y la estructuración de una organización que soporte este proceso. Para ello, se hace necesario abordar este fenómeno con métodos complejos de planeamiento.

En ese sentido, de acuerdo con González (1997) y González y Melo (2004), se busca que el tema central de ese planeamiento sea la participación de los actores o grupos de interés que

forman parte del sistema, que comparten una visión de lo que pretenden alcanzar y el compromiso de cumplir con los objetivos para lograrla.

En este contexto, surge la Planificación Adaptativa, en la cual es más importante el trabajo participativo de los actores que definen las estrategias en función de sus valores, cultura, conocimientos y capacidades. De esta manera, como lo menciona Melo (1987), el proceso de planificación se centra primero en los grupos de interés y luego en las estrategias que esos grupos puedan desarrollar.

En el marco de los conceptos señalados, se presentan los resultados de un estudio de caso basado en la metodología investigación acción que tiene como objetivos: 1) identificar a los actores del sistema y sus interacciones que incentivan la innovación y; 2) indagar sobre la aplicación del enfoque de planeamiento adaptativo para organizar sistemas de innovación.

El artículo presenta, en primer lugar, el marco teórico del enfoque sistémico de la innovación y las tendencias del planeamiento adaptativo. En segundo lugar, se da cuenta de un estudio de caso basado en la metodología investigación acción sobre el desarrollo del sistema de innovación en la región San Martín, realizando una síntesis de la aplicación del marco teórico en la investigación, finalizando con el análisis y la discusión de resultados. Finalmente, en tercer lugar, se presentan las conclusiones de la investigación.

2. Marco teórico

2.1. Los Sistemas de Innovación (SI)

La “innovación” no es un fenómeno nuevo, es inherente al ser humano, que tiende a pensar en nuevas y mejores formas de hacer las cosas y tratar de ponerlas en práctica (Fagerberg, 2004). Es así que, de acuerdo con Lundvall (2005), citado por Gonzáles et al. (2015, p. 3), “el término “innovación” se refiere a nuevas combinaciones o formas de hacer productos y procesos en la empresa, pero considera de manera conjunta e inseparable a los cambios técnico y organizacional, destacando que la base de la innovación técnica (de productos y procesos) es el entrenamiento y la innovación organizacional”.

El término “sistema” adoptado por Nelson (1993), lejos de connotar aspectos de diseño y construcción de algo, el concepto es más bien de un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan los resultados de la innovación, es decir un conjunto de actores institucionales que, juntos, desempeñan el papel principal en influir en los resultados de la innovación.

2.1.1. Los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI)

Como indica Lundvall et al. (2002) la amplia difusión del concepto SNI fue inesperada y para inicios del presente siglo la Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), la Comisión Europea y la United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) ya habían absorbido el concepto como parte integral de su perspectiva, en la cual el Estado desempeña el rol de facilitador a través de las políticas públicas, la Academia genera y aporta conocimientos al sistema y el sector productivo desarrolla las innovaciones en este marco. Así, según Lundvall et al. (2009), diversas definiciones de SNI tienen en común primero una referencia a las “instituciones” y segundo un foco al “conocimiento” y/o “la tecnología”.

2.1.2. *Los Sistemas Regionales de Innovación (SRI)*

Los Sistemas Regionales de Innovación (SRI), están asociados a un territorio que puede coincidir o no con los límites de la división política de los gobiernos subnacionales. En los sistemas regionales más desarrollados se suelen encontrar mucha autonomía y competencias para que los actores de esa región tomen sus decisiones con respecto al rumbo de la promoción de la innovación. Así, según Cooke et al. (1997), el concepto de SRI surge de la validación de que existen dinámicas de innovación en espacios subnacionales independientemente de los SIN y los actores a nivel regional podrían favorecer políticas para la promoción de la innovación, entre otras acciones poco estudiadas, y podrían aportar hallazgos para la política pública. Sin embargo, dadas las diferentes potencialidades de los territorios no existe una única configuración de SRI, tal como lo corroboran los estudios de Cooke y Memedovic (2003, p. 5) sobre diversos SRI en el mundo con trayectorias y orientaciones diversas.

2.1.3. *Los Sistemas Sectoriales de Innovación (SSI)*

De acuerdo con Malerba (2002) los Sistemas Sectoriales de Innovación (SSI) se definen como un conjunto de actividades vinculadas a una serie de productos para una demanda dada o emergente y agentes que comparten un conocimiento común y a la vez son heterogéneos, sin embargo, interactúan para la creación, producción y venta de esos productos. Así, se debe considerar que no siempre los límites nacionales son la forma más apropiada de observar la estructura, los agentes y la dinámica del SSI. Algunas veces, los SSI son muy especializados y localizados en áreas geográficas delimitadas y en otros casos se requiere un enfoque internacional.

2.1.4. *Los Sistemas Locales de Innovación (SLI)*

De forma análoga, en el ámbito de localidades geográficas específicas los agrupamientos de empresas en los denominados clúster (Porter, 1990) son representativos del nivel de un Sistema Local de Innovación (SLI) (Cassiolato & Lastres, 2003), ambos autores citados en González et al. (2015), aunque no todos los clústeres presentan un grado de dinamismo en innovación para que se les pueda considerar un sistema de innovación. Del mismo modo, incubadoras y aceleradoras de empresas, parques científicos y tecnológicos, áreas de innovación, distritos industriales, distritos de innovación, entre otros, pueden entrar en esta categoría como elementos estructurantes del SLI.

2.1.5. *Áreas de Innovación (ADI)*

El Área de Innovación es un término propuesto por la Asociación Internacional de Parques Científicos y Áreas de Innovación (IASP por sus siglas en inglés). Según Nikina et al. (2016) la existencia de un "área de innovación" implica obviamente dos aspectos: hay un lugar (un pedazo de tierra, un pueblo, una ciudad, una región, etc.) y hay una serie de componentes (recursos humanos, planes, programas, servicios, fondos y a veces infraestructuras ad hoc) orientadas a fomentar la innovación en dicho lugar, con el fin de producir crecimiento económico.

La definición tentativa de un ADI que propone IASP, de acuerdo con Nikina et al. (2016) es la siguiente: “Un Área de Innovación es una zona designada con su propio equipo directivo específico, cuyos objetivos principales incluyen el desarrollo económico a través de la promoción y atracción de empresas innovadoras seleccionadas para las cuales se prestan servicios específicos y que también pueden incluir zonas residenciales y culturales o instalaciones o que estén integradas en espacios urbanos que cuentan con dichas instalaciones y con los que interactúan los aspectos económicos del Área de Innovación”.

2.1.6. Los SRI y el fortalecimiento de capacidades estratégicas en países en desarrollo

Tal como lo señala Lundvall et al. (2009), en investigaciones recientes en países en desarrollo donde la institucionalidad es débil, existe un consenso de desarrollar previamente acciones de fortalecimiento de capacidades en los actores del sistema de innovación, en especial en los SRI, con el objetivo de generar articulaciones de dichos actores fortalecidos que propicien resultados efectivos. Este fenómeno se puede aplicar en el caso de las economías emergentes, como las economías regionales de países en desarrollo, de acuerdo a Feria e Hildalgo, citado por Rodríguez et al.(2017), donde no es sólo la creación de nuevos conocimientos lo que define a un SRI, sino también la aptitud para absorber y transferir estos conocimientos con el fin de generar y desarrollar los procesos innovadores. Así, de acuerdo a Viotti, citado por Rodríguez et al. (2017), se ha puesto especial énfasis en analizar los sistemas de innovación con relación al desarrollo de sus capacidades de aprendizaje. Por otro lado, un SRI está conformado por representantes de la Academia, Empresa y Estado que interactúan de manera articulada y comprometida para incentivar la innovación en un sistema, sector productivo o ámbito de intervención. En tal sentido, las universidades al ser parten de un SRI también tienen un rol en la estructura del sistema, al ser una importante institución de creación y desarrollo de conocimiento a lo largo del tiempo (Tello & Castellanos, 2017).

2.2. El Planeamiento Adaptativo

Según Melo (1987) el “Planeamiento Adaptativo” surgió en respuesta a la crítica de la planificación en la segunda mitad del siglo pasado que evolucionó a partir de dos enfoques extremos: el primero centralizado, secuencial y sistemático, denominado “Planeamiento Racional Comprensivo” el segundo, de completa fragmentación y espontánea, el “Incrementalismo Disjunto”.

De acuerdo con Melo y Magacho (2013), el Planeamiento Adaptativo, basado en el paradigma de sistemas adaptativos, surge de una síntesis de estos dos enfoques opuestos de planeamiento, que se caracteriza por dar énfasis al nivel normativo y por un alto grado de flexibilidad, buscando maneras innovadoras de producir cambios en el sistema.

Según Melo (2002), el Planeamiento Adaptativo enfatiza la percepción del planeamiento como un proceso continuo de aprendizaje, exigiendo la participación y el involucramiento efectivo de los miembros de la organización que la adopta y que, a partir de una visión holística, requiere coordinación de acciones e integración de diferentes niveles organizacionales.

2.2.1. Tendencias del planeamiento adaptativo

Melo (1987) señala que todas las tendencias de planeamiento adaptativo le atribuyen un

papel destacado al nivel normativo y sustentan una adaptación activa. Estas tienden a agruparse en dos líneas de acción principales, dependiendo del énfasis puesto en la búsqueda de una conceptualización sinóptica para cambiar el sistema como un todo o en una formulación más abierta no sinóptica en la que reconoce la imposibilidad de definir a priori, con nitidez, un estado final para el sistema. En este contexto, Melo considera sinópticos a los procesos que se caracterizan por adoptar procedimientos sistemáticos explícitos, rigurosos, analíticamente secuenciales, comprensivos y que buscan cambiar el sistema como un todo. Por otro lado, los métodos no sinópticos son aquellos que indican lineamientos generales y que presentan gran flexibilidad. De esta manera estas dos tendencias de planeamiento adaptativo, que describen Melo (1987) y Melo y Magacho (2013) se presentan de forma sintética en la Tabla 1.

Tabla 1: Tendencias del Planeamiento Adaptativo, principios y métodos de planeamiento

Tendencias del Planeamiento Adaptativo	Principios	Métodos de planeamiento
<i>Rediseño Normativo de Sistemas</i>	Foco normativo: sistema como un todo. Planeamiento estratégico. Proceso sinóptico.	Planeamiento Interactivo (Ackoff, 1974)
		Planeamiento Normativo (Ozbekhan, 1973)
<i>Cambio No Sinóptico de Sistemas</i>	Foco normativo: partes del sistema. Cambios incrementales provocan cambios radicales del sistema con énfasis menor en procesos sinópticos.	Planeamiento Innovador (Melo y Magacho, 2013)
		Incrementalismo Articulado (Melo, 1986)
		Planeamiento Interorganizacional (Melo, 1987)

Fuente: Elaborado a partir de Melo (1987) y Melo y Magacho (2013)

Este artículo aborda las metodologías de incrementalismo articulado y planeamiento interorganizacional, así como los espacios de intervención que a continuación se describen.

2.2.2. El Incrementalismo Articulado:

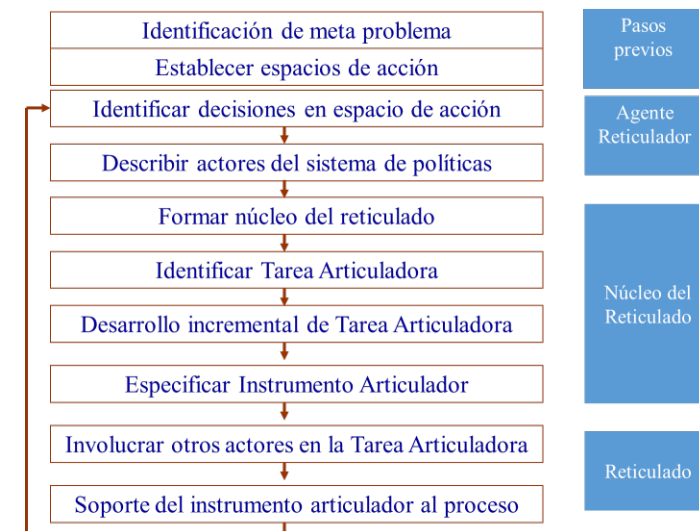
De acuerdo con Melo (1986), el “Incrementalismo Articulado” se fundamenta en dos conceptos claves que forman parte de su nombre: es incremental, por postular que los cambios ocurren en etapas, permitiendo la validación de los efectos de cada acción realizada, a fin de redefinir los objetivos que serán buscados. Es articulada, por que requiere el establecimiento de directrices que proporcionen los criterios a la luz de los cuales cada cambio es validado. Así, la autora establece una “tecnología apropiada de articulación” compuesta por una “tarea articuladora” y un “instrumento articulador”, esencialmente vinculado a la tarea identificada, que aseguren el cumplimiento y el mantenimiento de la articulación deseada por medio de una estrategia incremental.

2.2.3. El Planeamiento Interorganizacional

González (1997) expone el concepto de “meta-problema”, en el ámbito de la estrategia de planeamiento interorganizacional propuesta por Melo (1986), como aquel mayor y más complejo y difícil de delimitar, involucrando un sistema de políticas donde muchos individuos

y grupos de interés interactúan. Así, para lidiar con un problema complejo de ese tipo, no basta la acción aislada de una organización, sino, es necesaria la acción conjunta de diversos actores del sistema de políticas en un arreglo organizacional, conceptualizado como “reticulado”. Así, Melo (1986) propone una estrategia de acción-aprendizaje como medio para consolidar un proceso de reticulación, buscando facilitar el proceso de planeamiento interorganizacional. De acuerdo con las experiencias y los conceptos mencionados, la estrategia debe ser desarrollada de manera gradual, interactiva e iterativa, previamente es identificado el meta-problema y es seleccionado el espacio de acción a ser abordado para luego dar los pasos de la metodología de reticulación en el planeamiento interorganizacional, que son presentados en la Figura 1.

Figural: Pasos de la metodología de reticulación en el planeamiento interorganizacional



Fuente: Elaborado por González (1997) a partir de Melo (1986)

2.2.4. Los espacios de intervención del planeamiento

De acuerdo con González (1997), desde el punto de vista de una organización, de una forma general, por lo menos dos espacios de intervención del planeamiento pueden ser claramente identificados en un contexto determinado, éstos son los siguientes: i) el espacio interno: asociado a la organización, que tiene relativa autonomía y recursos - materiales y no materiales – de acuerdo con su creación, para sustentar el desarrollo del sistema; y ii) el espacio interorganizacional: asociado a los relacionamientos que la organización desarrolla con diversos agentes, los cuales son necesarios para la implementación del sistema. Estos espacios se aprecian en la Figura 2.

Figura 2: Espacios de intervención del planeamiento

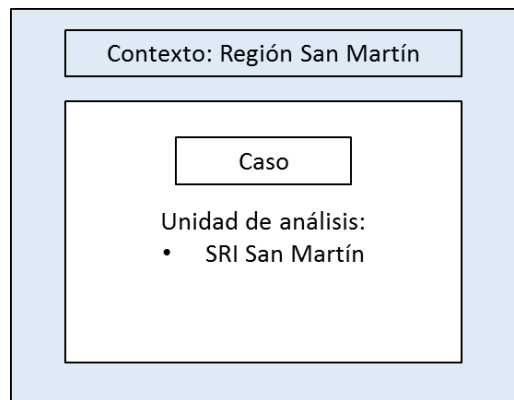


Fuente: Adaptado de González (1997)

3. Metodología

El estudio de la perspectiva del sistema de innovación de la región San Martín y la discusión de los roles de las instituciones, las organizaciones y actores en su proceso de planeamiento es una investigación cualitativa exploratoria y descriptiva en su primera fase de recopilación y análisis de información, de acuerdo a Hernández et al. (2010). También es un estudio de caso basado en una metodología de investigación acción tal como lo señala González (1997). Este caso sigue la metodología del estudio de caso único (holístico) señalada por Yin (1994), indicada en la Figura 3.

Figura 3: Diseño de estudio de caso único holístico con una unidad de análisis



Fuente: Adaptado de Yin (2003)

En relación al diseño del plan de investigación para el estudio de caso, se consideran los cinco componentes propuestos por Yin (1994). Las preguntas de investigación definidas en los objetivos de la investigación buscan indagar en cómo y por qué ocurre el fenómeno en estudio y son las siguientes:

- ¿Cómo ocurren las interacciones entre los actores del Sistema Regional de Innovación de San Martín?
- ¿Es aplicable la metodología de Planeamiento Adaptativo para organizar sistemas de

innovación?

La recopilación de información está basada en fuentes de información secundaria, estudios de diagnóstico, en observación directa y talleres participativos realizados con los actores de los ámbitos público, privado y académico involucrados en la iniciativa SI San Martín.

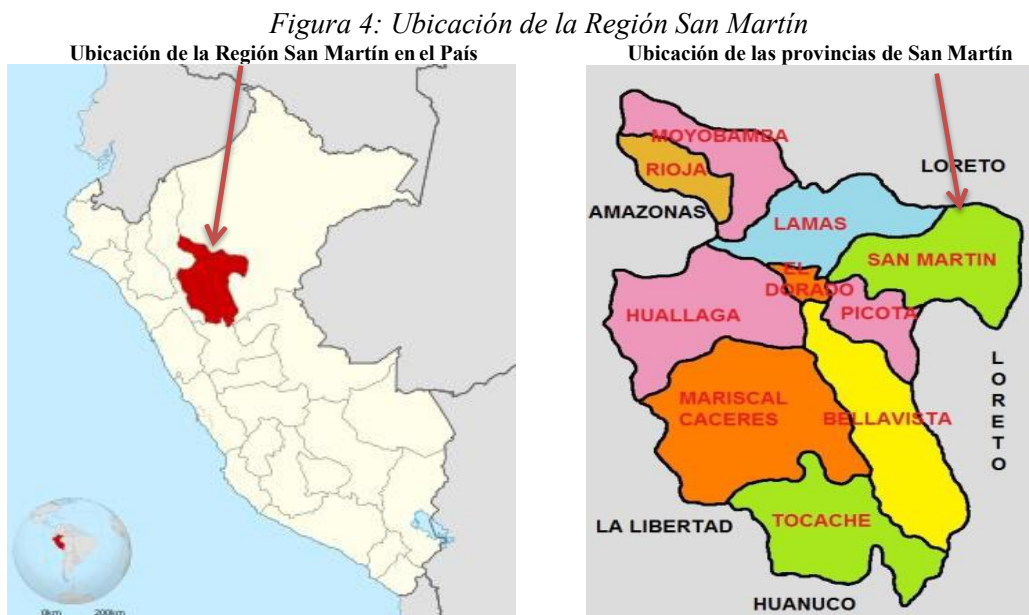
Las proposiciones que se pretende mostrar están vinculadas directamente a las preguntas de investigación:

- i. Las interacciones entre los actores del sistema incentivan la innovación en la región San Martín.
- ii. La metodología de Planeamiento Adaptativo puede ser aplicada para organizar sistemas de innovación.

4. Estudio de caso: el sistema regional de innovación de San Martín

Según lo indicado, el contexto de la investigación es el espacio geográfico de toda la región San Martín, que se muestra en la Figura 4, en la zona Nor Oriental del Perú. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población del Departamento de San Martín es de 810,500 habitantes (INEI, 2018), distribuidas en el ámbito de las diez (10) provincias y setenta y siete (77) distritos. El 64.9% de la población habita en zonas urbanas y 35.1% en zonas rurales. Según el INEI (2018), la estructura productiva de la región San Martín, en porcentaje del VAB, muestra que las principales actividades son agropecuaria y pesca (y acuicultura) que suman un 29% del VAB, seguidos de comercio 12%, manufactura 10%, construcción 9%, actividades vinculadas al turismo 6%, minería 1% y otros 33%.

La propuesta de organizar el SRI San Martín considera preliminarmente estrategias a seguir y que deben tomar en cuenta, de manera complementaria e interdependiente, acciones que tienen como objetivos: a) el fortalecimiento de los actores; b) el reforzamiento y/o creación de vínculos entre ellos y; c) la promoción de las articulaciones con otros niveles de sistemas de innovación (al nivel local, sectorial y/o nacional).



Fuente: Gobierno Regional de San Martín

4.1. Acciones de promoción de la innovación

De acuerdo con González (2016), el Sistema Regional de Innovación de San Martín se encuentra en un proceso de desarrollo que muestra señales favorables, pero que aún requiere esfuerzos para consolidar y extender las buenas prácticas observadas en la región. Hay niveles importantes de articulación entre el Gobierno Regional de San Martín y el sector productivo a través de las mesas técnicas y los proyectos productivos, pero son menores las articulaciones que involucren a las universidades e institutos. Por un lado, el Estado, a través del Gobierno Regional de San Martín y de sus unidades ejecutoras, implementa un plan de desarrollo concertado que incluye explícitamente, entre sus objetivos estratégicos, a la promoción de la investigación y la innovación en la búsqueda de la competitividad regional. Así, en la región se observan señales positivas de la articulación para la innovación, representadas por la iniciativa Plataforma Triple Hélice para la Innovación en San Martín (PTHISM) y una muestra importante de empresas y unidades productivas que han obtenido fondos de programas nacionales que apoyan la innovación en los últimos años.

En el ámbito académico, según González (2016), se observan esfuerzos en la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Instituto Tecnológico Nor Oriental de la Selva (ISTNOS), para acompañar las tendencias nacionales y las oportunidades que se presentan en los fondos públicos concursables, la asignación de presupuestos de inversión a través de proyectos y los cambios en la legislación sobre universidades e institutos. Por otro lado, cabe señalar la presencia de otros actores que desempeñan un rol importante en la investigación como las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y la cooperación internacional en la puesta en valor de la biodiversidad.

4.2. Niveles de intervención en la promoción de la innovación

Los niveles de intervención orientados a la promoción de la innovación en la región San Martín son presentados en la Tabla 2.

Tabla 2: Niveles de intervención en la promoción de la innovación en San Martín

Niveles	Objetivo de la intervención	Actividades que promueven la innovación	Período
Nacional	Promoción de las articulaciones con otros niveles del sistema de innovación (al nivel local, sectorial y/o nacional).	Articulación a fondos concursables destinados a la innovación a nivel nacional	2015 - 2018
		Implementación de Centros de Innovación Tecnológicos (CITEs) acuícola y pesquero	2017 - 2018
Regional	Fortalecimiento de los actores	Incorporación de doctorandos en la Universidad Nacional de San Martín para impulsar proyectos de investigación (UNSM).	2017
		Foro regional de innovación en el marco de la Expo amazónica 2017 (PEHCBM-PUCP)	Abr. – Ago. de 2017
	Reforzamiento y/o creación de vínculos entre ellos	Creación de campo ferial para la realización de eventos que promueven la innovación (PEHCBM)	Feb.-Jul- de 2017
		Iniciativa de la Triple Hélice para la Innovación de San Martín (PTHISM)	2017 - 2018

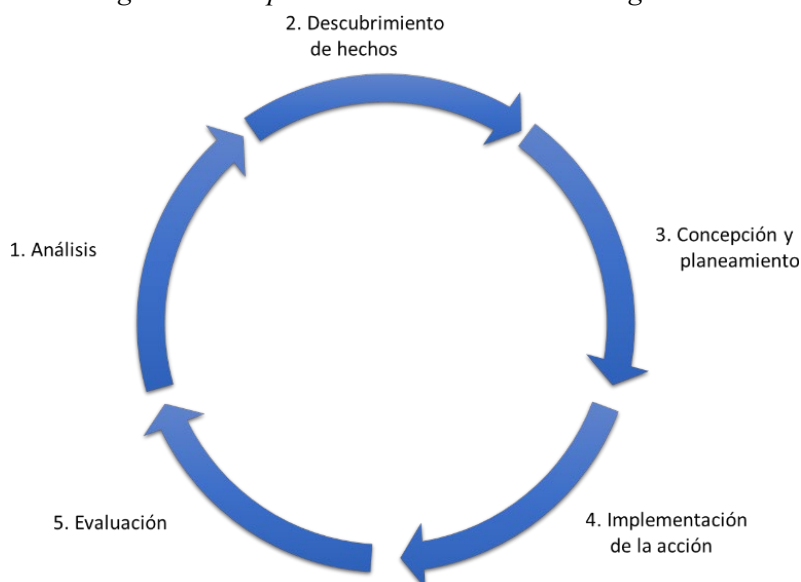
	Promoción de las articulaciones con otros niveles del sistema de innovación (al nivel local, sectorial y/o nacional)	Proyecto presentado y aceptado por Innóvate Perú: Dinamización de Ecosistemas Regionales de Innovación y Emprendimiento (PEHCBM, PUCP y otras organizaciones)	2018.
	Promoción de la inversión regional para el desarrollo de la innovación y la competitividad regional	Proyecto de inversión pública para promocionar la innovación (PEHCBM-PUCP)	Mar.-Nov. de 2017
		Proyecto Tecnopolo Tarapoto	2016 - 2018
Sectorial	Promoción de las articulaciones con otros niveles del sistema de innovación (al nivel local, sectorial y/o nacional)	Proyectos de inversión pública para la competitividad de cadenas productivas (cacao, sachá inchi) (GRSM-PEHCBM)	2015 - 2017
Local	Promoción de las articulaciones con otros niveles del sistema de innovación (al nivel local, sectorial y/o nacional).	Comité de proyectos de innovación de la Cámara de Comercio, Producción y Turismo de San Martín (CCPTSM)	2017 - 2018

Fuente: Elaboración propia

4.3. Los ciclos del Planeamiento Interorganizacional del SRI San Martín

El desarrollo alcanzado en la propuesta de organizar el SRI San Martín desde el 2017 ha presentado tres hitos bajo la metodología investigación acción, ciclos repetidos de análisis, descubrimiento de hechos, concepción y planeamiento, implementación de la acción y evaluación, presentados en la Figura 5, constituyen un marco compatible con el enfoque de Planeamiento Interorganizacional” o “Incrementalismo Articulado” propuestas por Melo (1982) y que tiene como centro el proceso de “reticulación”. En el Tabla 3, se muestra la compatibilidad de los componentes de los ciclos de la investigación acción con los pasos del proceso de planeamiento interorganizacional.

Figura 5: Componentes de un ciclo de Investigación Acción



Fuente: Adaptado de González (1997) y Melo (1982)

Tabla 3: Compatibilidad de la Investigación Acción y el Planeamiento Interorganizacional

Nº	Investigación Acción	Pasos	Planeamiento Interorganizacional
1, 2	Análisis y descubrimiento de hechos	1	Identificar decisiones en espacio de acción
3	Concepción y planeamiento	2	Describir actores del sistema de políticas
		3	Formar núcleo del reticulado
		4	Identificar Tarea Articuladora
4	Implementación de la acción	5	Desarrollo incremental de Tarea Articuladora
		6	Especificar Instrumento Articulador
		7	Involucrar otros actores en la Tarea Articuladora
5	Evaluación	8	Soporte del instrumento articulador al proceso

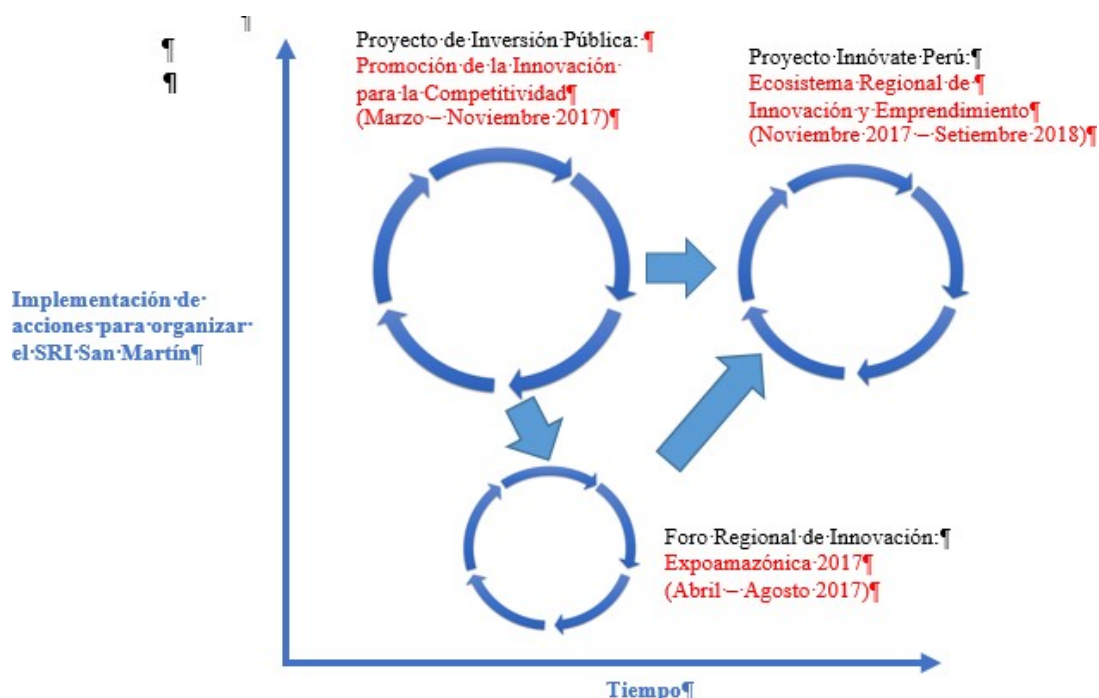
Fuente: Adaptado de González (1997) y Melo (1982)

Los tres ciclos implementados en la propuesta de organizar el SRI San Martín, considerando al PEHCBM como agente reticulador son los siguientes:

1. Proyecto de Inversión Pública “Creación de Servicios de Promoción de la Innovación para la competitividad de la región San Martín”. (Abril - Noviembre de 2017);
2. Foro Regional de Innovación en el marco de la Expoamazónica San Martín 2017. (Abril – Agosto de 2017), y;
3. Proyecto para Innóvate Perú “Dinamización del Ecosistema Regional de Innovación y Emprendimiento con enfoque de Agro Biodiversidad mediante el fortalecimiento de capacidades y vinculación de actores estratégicos en la región San Martín” (Noviembre 2017– Setiembre 2018).

Así, los ciclos no son secuenciales y pueden ser interactivos al traslaparse en el tiempo, tal como se presenta en la Figura 6.

Figura 6: Ciclos del Planeamiento Interorganizacional del SRI San Martín



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para dar soporte a la formación del reticulado, Melo (1986) propone el empleo de la “tecnología apropiada de articulación” que comprende la definición de un espacio de acción, una “tarea articuladora” que involucre a los actores clave y un “instrumento articulador” que refuerce y mantenga la articulación lograda.

En el Tabla 4 se ilustra la tecnología apropiada de articulación y las fases del proceso de Planeamiento Interorganizacional.

Tabla 4: Tecnologías apropiadas de articulación - SRI San Martín

Espacio de acción	Tarea Articuladora	Instrumento Articulador
Promoción de la Ciencia, Tecnología e Innovación	Elaboración del proyecto de inversión pública “Creación de servicios de promoción de la innovación para la competitividad regional en San Martín” (código SNIP 387502)	Proyecto de inversión pública viabilizado y priorizado en la programación presupuestal multianual 2018 - 2020
Generar espacios de articulación Universidad-Empresa-Estado y de divulgación de iniciativas regionales de investigación e innovación	Planeamiento de Foro Regional de innovación en el marco de la Expoamazónica San Martín 2017	Ejecución de Foro Regional de innovación en el marco de la Expoamazónica 2017
Elaboración y presentación de proyectos a fondos concursables existentes para fortalecer el SRI San Martín	Elaboración de proyecto “Dinamización del Ecosistema Regional de Innovación y Emprendimiento con enfoque de Agro Biodiversidad mediante el fortalecimiento de capacidades y vinculación de actores estratégicos en la región San Martín”	Proyecto aprobado por Innóvate Perú para su ejecución en el 2019

Fuente: Adaptado de Melo (1986)

5. Análisis y discusión de resultados

La primera proposición es válida por cuanto existieron grandes interacciones entre los actores regionales del SRI de San Martín, quedando demostrado en la conformación de reticulados, lo cual permitió la realización de por lo menos tres acciones a favor de la innovación en la región.

El PEHCBM es el agente reticulador y el núcleo del reticulado lo conforman inicialmente la UNSM, el Gobierno Regional y la CCPTSM con el acompañamiento de la PUCP. Al reticulado se incorporan de manera indirecta los actores claves que participaron en los talleres de formulación del proyecto de inversión pública “Creación de servicios de promoción de la innovación para la competitividad de la región San Martín”.

Posteriormente, en la organización del Foro Regional de Innovación en el marco de la Expoamazónica 2017 se suman al reticulado la PTHISM liderada por la CCPTSM y conformada por una decena de organizaciones público privadas de los ámbitos empresarial, académico y del estado. Actualmente la PTIHSM cuenta con más de 30 organizaciones y continua formando parte del reticulado.

Finalmente, en la elaboración del proyecto Dinamización de ecosistemas regionales de innovación y emprendimiento, presentado a Innóvate Perú, se amplía el núcleo del reticulado con la incorporación de nuevos miembros como el IIAP, el ISTNO y un emprendimiento dinámico local. Del mismo modo el reticulado incorpora a los CITEs acuícola y pesquero y otras organizaciones locales, nacionales e internacionales.

Las metodologías de planificación adaptativa de la tendencia Cambio No Sinóptico de

Sistemas se muestran adecuadas para organizar el SRI de San Martín debido a los logros alcanzados con los principios del incrementalismo articulado en cada ciclo, tales como el crecimiento del conocimiento y de los niveles de acuerdo entre actores.

Para organizar el SRI de San Martín y superar las limitaciones antes expuestas, se contó con una estructura organizacional flexible, articulada y comprometida con los objetivos que persiguen para el sistema. Tanto el agente reticulador como el reticulado funcionaron en el proceso. Estas condiciones son proporcionadas por el Planeamiento Adaptativo No Sinóptico.

6. Conclusiones

Se cuenta con un perfil idóneo de los actores claves del reticulado en el proceso de planeamiento para organizar el SRI San Martín. Por ejemplo, el PEHCBM es un unidad técnica ejecutiva, la CCPTSM cuenta con dirigentes jóvenes y proactivos con formación académica y empresarial, empresas innovadoras y emprendimientos dinámicos, CITEs fortalecidos, instituciones de investigación muy dinámicas, entre otros.

El estudio de caso del SRI de San Martín ilustra una intervención en entornos complejos y de múltiples actores con características heterogéneas, que implican los sistemas de innovación, así como la posibilidad de aplicar métodos de planeamiento adaptativo para organizarlos.

El PEHCBM cumple el rol de agente reticulador, es decir la función de organización de referencia por lo que debe coordinar con otras organizaciones (pertenecientes al núcleo del reticulado). Los pasos del proceso de reticulación son compatibles con diversas cuestiones que debe resolver la organización de referencia, tales como la concepción futura del espacio de intervención y una estructura de programas y proyectos que la haga posible. Asimismo, debe alinear los intereses de otras organizaciones para que puedan involucrarse en el proceso.

El agente reticulador puede tener una concepción global del proceso de planeamiento así como lineamientos generales, áreas de trabajo o formular proyectos generales, incluso a nivel del núcleo del reticulado, sin embargo el detalle de dichas acciones se definen en coordinación y negociación con otras organizaciones que puedan alinear sus intereses. Ello ocurrirá durante los siguientes pasos del planeamiento adaptativo no sinóptico.

El ciclo de investigación acción, que es secuencial, es compatible con el enfoque incremental del planeamiento adaptativo no sinóptico, sin embargo, de lo observado en la realidad, pueden existir casos en los que este enfoque incremental no sea secuencial, debido a que existe la posibilidad de que nuevos ciclos se desdoblén de ciclos previos más duraderos o de mayor envergadura y que éstos lleguen a traslaparse en el tiempo o incluirse dentro de otro ciclo. En este caso ocurrirán interacciones entre dichos ciclos.

Por ende, los ciclos del planeamiento no tendrán el mismo impacto en el desarrollo del sistema regional de innovación, dado que pueden tratarse de proyectos menores o programas de impacto regional y de larga data así como de eventos de divulgación o actividades diversas de corta duración. Sin embargo el efecto es sinérgico, todos contribuyen en el desarrollo del sistema.

El enfoque de Planeamiento Adaptativo, es compatible con el desarrollo y dinamización de los sistemas innovación. La metodología investigación acción en la que se sustenta es eficaz en cuanto a la organización del trabajo, esto incluye: análisis, descubrimiento de hechos, concepción y planeamiento, implementación de la acción y evaluación.

Los proyectos de inversión pública pueden convertirse en instrumentos de políticas

públicas para financiar diversas iniciativas regionales que promuevan la investigación y la innovación en las regiones del Perú y contribuir así al fortalecimiento de la descentralización de la ciencia y la tecnología e innovación tecnológica.

7. Referencias

- Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2003). *CAPÍTULO 1 O.OCO EM ARRANJOS PRODUTIVOS E INOVATIVOS LOCAIS DE MICRO E PEQUENAS EMPRESAS*. 14.
- Cooke, P., Gomez Uranga, M., & Etzebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26(4), 475-491. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00025-5)
- Cooke, P., & Memedovic, O. (2003). *Strategies for regional innovation systems: learning transfer and applications*.
- United Nations Industrial Development Organization Vienna.
- Fagerberg, J. (2004). *Innovation: A Guide to the Literature*. Recuperado de <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/43180>
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The economics of industrial revolution*. Pinter, London.
- González, D. (1997). *Processos de Planejamento nos Pólos Tecnológicos-um enfoque adaptativo*. Rio de Janeiro, PUC-Rio (Tese de doutorado).
- González, D. (2015). *Perspectivas de los sistemas de innovación en la Amazonía peruana: un estudio de caso*.
- González, D. (2016). *Diagnóstico de los sistemas de innovación para la agro biodiversidad de la Región San Martín*.
- González, M., & Campelo, M. (2004). Planificación interorganizacional y desarrollo emprendedor: un estudio de caso. *Anais da III Conferencia Internacional de Pesquisa em Empreendedorismo na América Latina (CIPEAL), Rio de Janeiro*, 11–13. Recuperado de http://www.genesis.puc-rio.br/media/biblioteca/Planificacion_interorganizaci.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*.
- INEI. (2018). PERÚ Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado 14 de julio de 2018, de <https://www.inei.gob.pe/>
- Lundvall. (2005). *National innovation systems - analytical concept and Development tool*.
- Lundvall, B.-å. (1998). Why study national systems and national styles of innovation? *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(4), 403-422. <https://doi.org/10.1080/09537329808524324>
- Lundvall, B.-Åake, Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research policy*, 31(2), 213–231.
- Lundvall, Bengt-Åke, Vang, J., Joseph, K. J., & Chaminade, C. (2009). Innovation system research and developing countries. *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, 1-30.
- Malerba F. (2002). *Sectoral Systems of Innovation and Production*.
- Melo, M. A. C. de. (1982). Sistema de Planejamento, pesquisa e ação. *Ciência e Cultura*, 34(8), 1026-1031.
- Melo, M. A. C. de. (1986). Uma Estratégia de Planejamento Adaptativo Não-sinóptico. *Ciencia y Cultura*, 38, 1386- 1391.
- Melo, M. A. C. de. (1987). *O planejamento para acelerar o processo*.
- Melo, M. A. C. de. (2002). Inovação e Modernização Tecnológica e Organizacional nas MPME: o domínio interorganizacional. *Proposições de Políticas para a Promoção de Sistemas Produtivos Locais de Micro, Pequenas e Médias Empresas. Redes de Sistemas Produtivos e Inovativos Locais. Universidade Federal do Rio de Janeiro*. <http://www.ie.ufrj.br/redesist>. Recuperado de <http://www.ie.ufrj.br/redesist/NTF2/NT%20Angela.PDF>
- Melo, M. A. C. de, & Magacho, L. A. (2013). Services for People Innovation Park: Planning Methodologies. *Journal of technology management & innovation*, 8, 19-19. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300019>
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press.
- Nikina, A., Piqué, J., & Sanz, L. (2016). *Areas of Innovation in a Global World: Concept and Practice (IASP)*.
- Porter. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*.
- Rodriguez, J., Gómez, M., Armas, E., & Párraga, G. (2017). La medición y el modelado de los sistemas

regionales de innovación: un enfoque a partir de la dinámica de sistemas. *ALTEC México*. Recuperado de http://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_353.pdf

Tello, L., & Castellanos, O. (2017). Rol de las instituciones educativas en la estructuración de sistemas regionales de innovación. *ALTEC México*. Recuperado de http://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_278.pdf

Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos. *Applied social research methods series*, 5(2).

Appropriate technologies in developing countries: the role of an innovation project in rural Colombia

Deycy Janeth Sánchez Preciado

Halmstad University, Innovation Management Department, Sweden
Grupo de Investigación Modelos Regionales de Competitividad, Crepic – Unicauca, Colombia_
deycy.sanchez@hh.se

Sandra Patricia Rebolledo Acosta

University or organization, department or area of affiliation

Vicky Long

University or organization, department or area of affiliation
cicky.long@hh.se

Abstract

Appropriate technologies have been identified as ways in which developing countries can rely to reduce technological gaps, have affordable and efficient solutions for problems. This paper described the mechanisms used in an innovation project in rural Colombia to develop appropriate technologies using by-products of the fish production. This new technology involves the development of a pellet to feed animals and the creation of a new manufacturing plant to produce the new product. In this study the innovation process has as one, of the collaborative network, exchanged and learning processes happen. This paper shows how innovation generated in a collaborative way among universities, rural enterprises, NGOs, and governmental organisations.

Keywords

Appropriate technology, developing country, new product development

1. Introduction

Many rural developing economies depend on rural enterprises engaged in small-scale production. These enterprises usually have limited market reach, inadequate financial margins, and low value added products. In this context, rural small scale producers have dependence on government financial support.

However, in spite of the importance of technology transfer for production improvements by enterprises in rural economies, little is known about how the two sides interact when technologies to fit the small-scale production context are developed and transferred. To address this knowledge gap, this study focuses on how rural enterprises adapt and use technologies that are collaboratively developed with universities with the support of governments and non- governmental organisations (NGOs). Empirically, the study analyses technology transfer aimed at improving trout, production in Cauca, a Department of Colombia.

Some areas in rural developing economies face a particular dilemma as far as technology development. These economies are often ethnically and/or culturally diverse, based on small scale production, and their industries typically produce products using low levels of

specialization. In addition, the socio-economic situation in many rural developing economies is often precarious. Basic needs (e.g. healthcare, infrastructure, education, etc.) may be barely met (UNIDO, 2008). Moreover, most rural, small-scale producers lack the scientific knowledge and financial resources to create technologies by themselves. Therefore, the acquisition of new technologies and the access to international innovation systems for such producers is a critically important aspect of economic policy (Keller, 2004; Nabin et al., 2013).

The present paper answers the research question: what mechanisms are used to involve producers in the development of appropriate technologies in rural developing economies?. To answer this research question a study was conducted following the execution of an innovation Project that develop a new product based on by-products of fish production such as bones, visceras and skin.

Firstly, this paper presents the theoretical framework explaining the concept of intermediate technology, innovation and rural enterprise. Secondly, the paper shows the qualitative method used in the study, characterized by the use of an interventionist approach. Thirdly, findings of the study are presented, deploying them according to the participation mechanisms identified in the empirical setting. Finally, conclusions are described.

2. Theoretical Framework

2.1. Intermediate and low technologies

In this study, we have used a definition of technology suggested by Burgelman et al. (2004, p. 2): “the theoretical and practical knowledge, skills, and artefacts that can be used to develop products and services, as well as their production and delivery systems. Technologies can be embodied in people, materials, cognitive and physical processes, plant, equipment and tools. Key elements of technology may be implicit, existing only in an embedded form (like trade secrets based on know-how) and may have a large tacit component. Technology, thus, is the means to fulfil a human purpose, and as such can include artifacts or know-how” (cf. Arthur, 2009).

This study focuses on technologies that are used and diffused in rural developing economies. Technology in rural developing economies was introduced to promote development around five decades ago by developed countries hoping to industrialize agriculture. Subsequently, local organisations with the government support began to develop solutions using research and development techniques and solutions (Campbell, 1990). Currently, with the diversification of productive activities in rural areas of developing economies, technologies are diverse. Usually they involve both a hard and a soft component interacting as a technological package.

Less sophisticated technologies are identified in this paper as “intermediate technologies”. This is a term that developed following Schumacher (1973). Schumacher (2011, p. 149) wrote: “We can call the indigenous technology of a developing country- symbolically speaking- a £1 - technology, while that of the developed countries could be called a £1000 - technology. The gap between these two technologies is so enormous that a transition from the one to the other is simply impossible. If effective help is to be brought to those who need it most, a technology is required which would range in some intermediate position between the £1 - technology and the £1000 - technology. Let’s us call it - again

symbolically speaking - a £100 -technology.”

According to Schumacher, (2011), intermediate technologies would be more productive than indigenous technology (which is often in a condition of decay). Intermediate technologies would also be much cheaper than the sophisticated, highly capital-intensive technology of modern industry. With the use of intermediate technologies, many workplaces might be created within a fairly short time and would be within reach of the more enterprising minority people in a region, not only in financial terms but also in terms of their education, aptitude, organising skill, and so forth. Furthermore, intermediate technologies also take into account people’s opinions and capabilities and not just the machinery or abstract descriptions. Intermediate technologies are crucial in the development of rural economies (e.g. Cimoli et al., 2005; Saad and Zawdie, 2005). Thus, the topic warrants further investigation. In particular, many authors (e.g. Rodrik, 1999; Spithoven et al., 2011) argue the factors that facilitate the transfer of technology to rural enterprises in developing economies merit further study.

In small-scale production activities in rural developing economies, the producers often operate independently although, at times, organisations coordinate many of their activities. The producers, governments, or NGOs may create these organisations.

A specific type of technology is intermediate technology, which is also known as appropriate technology. Intermediate technology refers to technology that is “labour-intensive and will lend itself to use in small-scale establishments” (Schumacher, 2011, 148). Specifically, in relation to the rural context, Wood (1984, p. 320) describes intermediate technology as “a level of technology better than the simple methods used in the rural hinterland, more productive than the traditional tools, but far simpler and less capital-intensive than the modern technology imported from the West”.

According to Wood (1984, p. 321), intermediate technologies are “... relatively small, simple, capital-saving, labour-intensive, and environmentally less-damaging technologies, suitable for local, small-scale application”. Intermediate technology was identified as one way to fill the gap created by the disparate knowledge levels between the participants in developing countries (Bennett et al., 2002; Schumacher, 2011; Wicklein and Kachmar, 2001). Kinsey (1987) stated that developing countries should develop intermediate technologies that are intensive in the use of abundant factors (labour and natural resources) but economic in the use of scarce resources (capital and highly trained personnel). The abundant factors offer advantages in terms of employment, improved income distribution, and relief of migration problems from rural to urban areas. Jedlik (1977) suggested that intermediate technologies can be indigenously produced through the creation of research and development institutions that can provide R&D services. Similarly, Burch (1987) described the need for an indigenous technological capability that can adapt and develop the technology according to the local conditions, enabling its assimilation. Strong institutional infrastructure is important for effective R&D and its use by the recipients.

Another way to approach less sophisticated technologies is based on the R&D intensity in manufacturing sectors. Low technology differs from high technology by the less advanced level of sophistication or scientific knowledge used in operations (Czarnitzki and Thorwarth, 2012; Hirsch-Kreinsen, 2008). In support of this idea, the OECD (2011) classified manufacturing industries into categories based upon Research and Development (R&D) intensity. According to this classification, food production, one of the most common activities in rural environments, is considered low technology. However, in this study, low technology is more used in non- manufacturing industries, such as rural mining, rural construction,

agriculture, rural tourism, etc.

Low technologies in this classification are connected to low levels of investments in R&D. As a consequence, low-technology companies compensate for their lack of R&D by developing other resources and other innovative capacities (Palmberg, 2001).

2.2. Innovation

Technology transfer has great potential for promoting innovation and competitiveness at regional and national levels (Bennett and Vaidya, 2005). In this study, innovation is based on the Schumpeterian defined as “the commercial or industrial application of something new- a new product, process or method of production; a new market or source of supply; a new form of commercial, business, or financial organisation”. (Schumpeter, 1934, p. xix).

Diffusion of innovation has been characterized “as the process by which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system” (Rogers and Shoemaker, 1971, p. 35). Conceptually, diffusion of innovations can be connected with diffusion of technologies (Williams and Gibson, 1990) and the involvement of the user.

In the attempt to analyse technology transfer processes, this study identifies the development of new products, with embedded technology transfer activities, that could become innovations. These product development processes are completed in the R&D phase and implemented for the launch of the new products. The facts needed to demonstrate which innovations should be promoted through technology transfer in the rural context can be problematic. The reasons include, for example, the lack of reliable information about market impact and the projected revenue for the rural enterprises.

2.3. Rural enterprises

Studies on technology transfer tend to describe the dynamics and behaviours of individuals such as farmers. However, they usually do not deal extensively with the nature and role of rural enterprises, which is a family-oriented production unit immersed in a community-based context. Such enterprises are often less developed but operate in urban areas. Unfortunately, Henry and McElwee (2014) argue that the concept of rural enterprise is not well understood. To deal with this issue, I use the description of rural enterprise from Kinsey (1987, p. 4):

Agribusiness and rural enterprises are small-to-medium scale enterprises located predominantly in non-metropolitan areas. While they typically process agricultural raw materials - including food, fibre and forest and livestock products, many do not produce any product but instead provide marketing, transport or other services.

The contexts behind this definition are the developing economies in which interventions that harness the local communities for solving their problems are emphasized. These interventions are thought to offer opportunities to rural inhabitants to own their businesses. The interventions include training, research services, management advisory services, marketing or technical support, loan programmes, and assistance with the procurement of raw materials and equipment. The marketing support includes helping with access to market

information and to sales outlets and with subcontracting from large manufacturers to small enterprises that permits flows of information.

Rural enterprises are collective enterprises that organise economic activity (Arnold, 1994). In rural cooperatives, trust is the foundation of the cooperation that also reduces internal transaction costs (Liu, 2011). Salavou and Sergaki (2013) identified some characteristics of agricultural cooperatives that include production orientation, vertical integration from farming to after-sales services, maximization of member benefits, limited access to capital, and low interest in long-term investments. These characteristics have implications for the technology transfer process owing to the interaction between the rural cooperatives and other organisations. This process gives the cooperatives access to the new technologies. The recipient of technology can be explained on two levels of analysis: the farms as productive units and the cooperative as the organisation that unites the farms.

3. Methodology

In the study we adopted an interventionist approach (Bell, 2004), descriptive perspective and employed a qualitative analysis (Bryman, 1988; Patton, 1990). A single experience study was used to gain a deep understanding of a complex situation such as the collaborative process among producers and researchers in order to develop a new product and the technologies to manufacture it. The selection principles for this experience were: rural firm based in a introduce productive activity (nontraditional), experience in projects with external institutions, approximately 10 years of existence, to be considered successful in terms of sustainability and participation in different markets. The time frame of the study was three years. A project was selected and the empirical data were gathered via interviews with producers, staff and support institutions (Universities, Non-governmental organisations, Governmental organisations, etc.), ten workshops with multiple producers, eight visits to 46 farms, participant observation and document of systematization of experience from 1998 to 2012.

Connecting situated learning theory (Wenger et al., 2002) as the main theory in this study, the methodology followed the idea that development of appropriate technologies has a strong relationship with the participation of the involved actors, it requires social interaction, collaboration and are functions of the activity, context and culture in which these occur. In this study the analysis level considers the individuals involved in a project that developed a new product.

The intervention was mainly conducted as a moderating role from the research team. That is, the research team developed the mechanisms in workshops and town hall meeting together with the producers, as opposed to designing the mechanisms pre-ante to be implemented as a full concept.

An intervention approach using two mechanisms developed from theory and previous experience were used in order to study the participation of actors in a project to develop appropriate technologies.

3.1. Data Collection and Data Analysis

To analyze the empirical data collected in concordance with the situated learning theory and the studio phenomena (appropriate technologies development), the study during its first

stage created the categories analysis of interest for the producers and other participants; specifically, their explicit assumptions about each category of analysis (Miles and Huberman, 1994). The coding procedure was discussed with a committee conform by 5 cultivators and 1 member of the research team. They had meeting every 4 months to discuss the analysis and progress of the study and the information codified by four researchers of different disciplines (engineering, social communication, business administration). This practice helped to the analytical generalization of the data precedent from empirical sources (Yin, 2003). The table 1 shows the techniques were developed.

Table 1. Techniques used in the study to analyze data

Source/Activity	Technique/ Tools	Comments
Interviews	Open questions interviews with questions related with their internal relationships, their organisations and the connection between them and the external partners.	This was important to clarify incomplete information register in the documents. This gave sense to the projects and activities registered in previous processes. The producers don't have the practice to talk and express all their ideas easily. In this case, structured interviews won't give useful information.
Visits to farms	Field notes were developed using photos and interpretations about the type of knowledge exchange between the actors.	In the micro context of the cultivators, the differences and similarities showed gaps among the perspective of the producers as users of the technology and the researchers as developers of the new solution. In practical sense, the effect of the visits in the cultivators was extremely positive. They recognize the other members and become more open to share their knowledge.
Participant Observation	Field notes were written after certain periods of time (4 months)	It was used to gather direct evidence of the processes and activities involved in the technology and knowledge transfer between producers and organisations.
Workshops	Memories with the synthesis of the information	The interaction to discuss and analyze the organisation gave the opportunity to identify the individual and the collective knowledge about the key processes analyzed.

Documental analysis	Template with coded categories for knowledge transfer and technology transfer	Most of the reports and documents were not available in the firm's office. The source for these documents was in the university that executed the project. Usually, the rural firm did not review the information in these reports or proposal to use it because they did not have the common knowledge base to understand the documents.
---------------------	---	---

Triangulation of sources was used to complement and verify the information. In fact, the individual opinions most of the time are not comparable between actors, the collective opinion of the cultivators were observed in the workshops. In order to assess effects from the invention of the mechanisms a protocol was developed. After the intervention interviews were conducted with participants from different levels in the agribusiness and with regional technology brokers. As only few written sources are available with full content, the interviews and the results of the analysis were discussed with participants for validation and further development.

The main categories of analysis were levels, type, effect and practices in the use of the new technology through the development of a project between the firm and other institutions. Two relevant effects were necessary in order to find significant findings: the increase of a common knowledge base and the trust to share knowledge among the participants and the research team.

4. Findings

A finding of this study is that the assumptions that most of the the producers are lack the academic education needed to participate in research and development process to fully understand the benefits (financial, market, technical, and managerial) the new technology can provide. The significant knowledge asymmetry between the actors in such economies creates difficulties in the negotiations and decision-making related to technologies and product development.

From the begining the product development project considered the creation and consolidation of alliances among actors due to the nature of the Project. Each actor had to play an specific role.

The following findings were identified:

4.1. Type of Technology and Knowledge Transfer

The creation of common knowledge identified in the case has connection with Hayami and Ruttan (1971) phases in the technology transfer for international technology transfer, such as material transfer, design transfer and capacity transfer. The logic in the development of the introduction of the cultivation of trout in the RURAL ENTERPRISES case follow that logic (table 2).

Table 2. Knowledge and Technology Transfer per Stage

Stage	Type of Technology Transferred	Type of Knowledge Transferred
1. Learning on Fish Cultivation of Trout	<ul style="list-style-type: none"> • Technology package for trout cultivation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insertion of a non-traditional productive activity. • Culture of fish consume in rural communities.
2. Learning to Create Networks with other Producers and Institutions	<ul style="list-style-type: none"> • Technology package for trout cultivation. • Substitution of pellets to feed the trout with sub products of the farms. • Systems of tanks for production. • Environmental aspects of the trout production. 	<ul style="list-style-type: none"> • How to operate in networks among cultivators and institutions. • Formalization of a firm to concentrated the representation of the cultivators in the market and institutional level. • Mechanisms to commercialize products.
3. Learning on Market Orientation	<ul style="list-style-type: none"> • Operation of a plant to transform and add value to products. • Norms for commercialization in different markets. • Yearly distribution of the production. • Technological assistance for cultivation and production. • Sustainable use of resources for cultivation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Management practices for cultivation and transformation of products. • Negotiation with different kind of customers. • Logistic for transportation of the product • Articulation with other
		producers outside of the firm.

4. Learning How to Add Value to the process and products	<ul style="list-style-type: none"> • Technological demands to work with universities. • Optimization of the tank design to use less water. • System for treatment of water after the production. • New products through the use of sub products of transformation process. • Norms for transformation with high standards (Certification). 	<ul style="list-style-type: none"> • New products orientation. • Project design to find financial support. • Participation in the Regional University-Industry-Government Committee.
--	---	---

The level of technology in each stage increase the connection with the knowledge transferred. In other words, the first and second stages generated technology and knowledge transfer disconnected each other. However, in the third, both have more relationship and they look more interrelated. As a consequence, there is a balance in the level of the technology and knowledge achieve for the cultivators.

The stages 1 and 2 could be more related to a material phase of technology transfer and the type of common knowledge is in the domain of language and other forms of symbolic communication. The stages 3 and 4 have more relation with the phases design transfer and capacity transfer. In addition to the previous types of common knowledge, in the last two phases, are communality of specialized knowledge, shared meaning and recognition of individual knowledge domains.

The common knowledge started to develop trust in the participants in each stage of the process. However, the cultural gaps, the education differences between transferors and recipients, the relatively short time in the duration of the projects, etc. prevented a high level of common knowledge. Considering this situation, recent projects oriented the actions in the direction of new knowledge transfer practices suggested directly from the staff of rural enterprises and their members. The next paragraphs explain these mechanisms.

4.2. Training Producers to Become Ambassadors

The role of brokers has been studied (Theodorakopoulos et al., 2012) as institutions which bring dynamic to the network. In the history of the rural organizations that are part of this project, there was all kind of ambassadors as members of broker's institutions (Universities, PIRC, Governmental Offices, etc.). At the beginning the predominant idea was that ambassadors have more knowledge and the producers have to learn everything that is "right". With this premise, the results were poor and the producer's learning curve was flat. Subsequently, there was a transition period which it was possible to identify the interaction between the cultivators and members of other institutions in projects development. Progressively, the ambassadors tried to adopt a different attitude. They spent time in the rural areas, listened and involved the producers in their activities. However, 6 years of collaboration the level of real participation of the producers was low and they acted more like beneficiaries in the projects and not like active actors in the process. Currently, there are two recent projects that gave more participation to the producers and requested from them,

decisions, collective vision and actions to materialize their plans. In fact, the time that ambassadors and producers invest together finding new perspectives to analyze situations and design solutions or alternatives generates trust, facilitate to achieve goals and exchange knowledge.

4.3. *The knowledge truck for visits to other farms*

Many previous knowledge transfer efforts had focused on the transfer between university (often international level) and the producers. Thus a problem of lacking common knowledge base, and sometimes lacking trust, had been identified. This mechanism addresses this problem by focusing knowledge transfer between producers rather than from researcher to producer. The knowledge truck was a transportation system used for six months. It allowed 50 producers approximately and members of the research team to visit all the 46 farms that make up rural enterprises.

The visits were organized using a tour structure. The producers had never been to the other farms and they understood how difficult it could be to access several areas due to the lack of good road infrastructure. Some areas have difficult access and the producers have to walk with their product 45 min or 1 hour before to find a road to use other type of transportation. To be aware about the types of technologies, practices, experiences and ways to organize the production in other farms and the new plant increase significantly the trust and the desire to share their knowledge and to learn from each other.

The knowledge truck as a mechanism was designed by the research team in collaboration with rural enterprises staff. The idea to the knowledge truck was based on two empirical problems. The first, that the producers are so spread over a large geographical area and that the producers do not meet naturally visiting other producers. The second empirical problem is that the producers individually have developed knowledge over the years of experience that is not transferred between the producers to increase the general level of knowledge. Theoretically it draws on the assumptions that common knowledge base and personal interaction is crucial for the development of appropriate technologies.

Further the knowledge truck is based on two theoretical assumptions; the need of a common knowledge base for effective knowledge transfer and the need of trust between partners in the knowledge transfer process. Both these theoretical assumptions are solved with the truck as the producers have a similar common knowledge base and that the trust between the cultivators is generally high due to many years of cooperation in the joint fish by-products factory.

5. Conclusions

In this study process innovation “as the outcome of collaborative networks where information is exchanged and learning processes happen” (Knickel et al., 2009, p. 883). show innovation generated in a collaborative way among universities, rural enterprises, NGOs, and government organisations. Producers discuss their technology constraints with researchers, leading to researcher modifications in the technology so that producers can use it. This active role of the recipients has a positive effect on the cost and performance of the intermediate technology.

Rural enterprises are featured in this study, are generally small and medium-sized family

or community ventures in developing economies (Martin, 2010). Very few rural enterprises are large enough to exploit economies of scale or to have international markets or suppliers. In this study, rural enterprises are organisations collectively operated by small-scale producers¹ such as, for example, the township village enterprises found in China (Dacosta and Carroll, 2001; Li and Karakowsky, 2001), community-based enterprises (Handy et al., 2011; Peredo and Chrisman, 2006), or community-based cooperatives (Li et al., 2013). What sets these enterprises apart from actors involved in product development studied in much of the literature is that they operate as collectives or collaborative networks rather than as stand-alone entities or as individuals.

In developed economies, sophisticated technologies are usually registered, thereby establishing intellectual property rights. Such registration indicates that the technology developer has highly specialized knowledge of some kind. However, less sophisticated technologies are commonly transferred to recipients as problem solutions in rural developing economies. In such economies, financial constraints or knowledge constraints mean the use of sophisticated technologies is impractical, even impossible.

Appropriate technologies have been seen as mechanisms for developing countries to reduce technological gaps and use efficient and affordable solutions for their problems. The balance among the performance and potential to create innovation capabilities is still not well studied.

6. References

- Arnold, N. S. (1994). *The philosophy and economics of Market Socialism: A critical study*. Oxford University Press.
- Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology: What it is and how it evolves*. Simon and Schuster.
- Bell, P. (2004). On the theoretical breadth of design-based research in education. *Educational psychologist*, 39(4), 243-253.
- Bennett, D., & Vaidya, K. (2005). Meeting technology needs of enterprises for national competitiveness. *International Journal of Technology Management*, 32(1-2), 112-153.
- Burgelman, R. A., Christensen, C. M., & Wheelwright, S. C. (2008). *Strategic management of technology and innovation*. McGraw-Hill/Irwin.
- Burch, D. (1987). *Overseas aid and the transfer of technology: the political economy of agricultural mechanisation in the Third World*. Avebury.
- Bryman, A. (1988). *Quantity and quality in social research* Unwin Hyman.
- Campbell, M. J., & Campbell, M. J. (Eds.). (1990). *New technology and rural development: the social impact*. Psychology Press.
- Cimoli, M. (2005). *Science and technology policies in open economies: The case of Latin America and the Caribbean (Vol. 165)*. United Nations Publications.
- Czarnitzki, D., & Thorwarth, S. (2012). Productivity effects of basic research in low-tech and high-tech industries. *Research Policy*, 41(9), 1555-1564.
- Dacosta, M., & Carroll, W. (2001). Township and village enterprises, openness and regional economic growth in China. *Post-Communist Economies*, 13(2), 229-241.
- Gibson, D. V., & Williams, F. (1990). *Technology transfer*. SAGE: Newbury Park, CA, USA.
- Handy, F., Cnaan, R. A., Bhat, G., & Meijjs, L. C. (2011). Jasmine growers of coastal Karnataka: Grassroots sustainable community-based enterprise in India. *Entrepreneurship & regional development*, 23(5-6), 405-417.
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1985). *Agricultural Development: an International Perspective* Johns Hopkins University Press. Bal-timore MD.
- Henry, C., & McElwee, G. (2014). Defining and conceptualising rural enterprise. In *Exploring Rural Enterprise: New Perspectives On Research, Policy & Practice* (pp. 1-8). Emerald Group Publishing

¹ A producer is an individual, small-scale farmer who, as a member of a cooperative, produces the main product that the rural enterprise sells.

- Limited.
- Jedlicka, A. D. (1977). *Organization for Rural Development: Risk taking and appropriate technology*. New York: Praeger.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion. *Journal of economic literature*, 42(3), 752- 782.
- Kinsey, B. H. (1987). *Agribusiness and rural enterprise*. Groom Helm.
- Knickel, K., Brunori, G., Rand, S., & Proost, J. (2009). Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: from linear models to systemic approaches. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(2), 131-146.
- Li, J., & Karakowsky, L. (2001). The competitive strategy of China's township enterprises: understanding the sources for survival and success. *Business Process Management Journal*, 7(4), 340-348.
- Li, Q., Wang, J., & Mooney, P. H. (2013). Strategies for agricultural cooperation in contemporary China. *Journal of Rural Cooperation*, 41(886-2016-64700), 27.
- Liu, Y. X. (2011). Research on Trust Mechanism in Rural Cooperatives. *Asian Agricultural Research*, 3(1812-2016-143657), 37.
- Martin, J. P. (2010). *Inequality in Emerging Economies: What Role for Labour Market and Social Policies*.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., Huberman, M. A., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage
- Nabin, M., Nguyen, X., & Sgro, P. (2013). On the relationship between technology transfer and economic growth in Asian economies. *The World Economy*, 36(7), 935-946.
- OECD (2011) *ISIC Rev. 3 Technology Intensity Definition*. Paris: OECD Publishing.
- Palmberg, C. (2001). Sectoral patterns of innovation and competence requirements. A closer look at low-tech industries. *Sitra Reports series*, 8.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Peredo, A. M., & Chrisman, J. J. (2006). Toward a theory of community-based enterprise. *Academy of management Review*, 31(2), 309-328.
- Rodrik, D. (1999). *The new global economy and developing countries: making openness work*.
- Rogers, E. M., & Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of Innovations; A Cross-Cultural Approach*.
- Saad, M., & Zawdie, G. (2005). From technology transfer to the emergence of a triple helix culture: The experience of Algeria in innovation and technological capability development. *Technology Analysis and Strategic Management*, 17(1), 89-103.
- Salavou, H. E., & Sergaki, P. (2013). Generic business strategies in Greece: Private food firms versus agricultural cooperatives. *Journal of Rural Cooperation*, 41(886-2016-64701), 44.
- Schumacher, E. F. (1972). The work of the intermediate technology development group in Africa. *Int'l Lab. Rev.*, 106, 75.
- Schumacher, E. F. (2011). *Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*. Random House.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development* (translation of second German edition by Redvers Opie). Cambridge, MA, Harvard University.
- Spithoven, A., Clarysse, B., & Knockaert, M. (2010). Building absorptive capacity to organise inbound open innovation in traditional industries. *Technovation*, 30(2), 130-141.
- Theodorakopoulos, N., Preciado, D. J. S., & Bennett, D. (2012). Transferring technology from university to rural industry within a developing economy context: The case for nurturing communities of practice. *Technovation*, 32(9-10), 550-559.
- UNIDO (2008) *An Overview of Urbanization, Internal Migration, Population Distribution and Development in the World*. Work paper, New York (pp. 21-23).
- Wenger, E., McDermott, R. A., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard Business Press.
- Wicklein, R. C., & Kachmar, C. J. (2001). Philosophical rationale for appropriate technology. *Appropriate technology for sustainable living. Council on Technology Teacher Education 50th Yearbook*, 3-21.
- Wood, B., & Schumacher, E. F. (1984). *His Life and Thought*. New York: Harper & Row.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5).

Diseño y construcción de un vehículo eléctrico solar tipo urbano fase III

John Jairo Jimenez Serpa

Sena- Centro Industrial y de Aviación Barranquilla, Instructor Investigador, Atlantico – Colombia_
johnjimenez89@misena.edu.co

Ronald Andres Gutierrez Acosta

Sena- Centro Industrial y de Aviación Barranquilla, Instructor Investigador, Atlantico – Colombia_
ragutierrez@sen.edu.co

Harvey Enrique Perez Gonzalez

Sena- Centro Industrial y de Aviación Barranquilla, Instructor Investigador, Atlantico – Colombia_
hperez@sen.edu.co

Resumen

Ante el desarrollo de las nuevas tecnologías en energías alternativas en el parque automotor, se proyecta como una alternativa los vehículos eléctricos. Estos vehículos al ser propulsados por un motor eléctrico no emiten gases contaminantes durante su funcionamiento, contribuyendo a disminuir la contaminación ambiental y por consiguiente la dependencia a los combustibles fósiles.

(Crespo y Dufor, 2009) indican que “Ante este panorama el vehículo eléctrico se presenta como la alternativa perfecta al automóvil convencional, siendo la solución a la dependencia del petróleo y a la reducción de emisiones”. Por otra parte, (Rivera, 2008) indica que “Estados Unidos prescindirá del uso del petróleo en un 20%, según estableció en su nueva política de energía”

El proyecto tiene como objetivo, diseñar y construir un vehículo eléctrico solar tipo urbano. El cual se ha desarrollado en varias etapas durante los últimos tres (3) años, y que se describen a continuación

Etapas No.1: Análisis Causa y Efecto de Vehículo Urbano, Proyectado con energía Solar - Discusión y Lluvia de Ideas y Análisis de Proyectos Afines.

Etapas No.2: Estudio y pruebas y análisis de resistencias de materiales de acuerdo al diseño elegido - Construcción de Chasis - Talleres del Sena especializados en Construcción y Soldadura.

Etapas No.3: Diseño y Montaje Suspensión Delantera y Trasera - Diseño y Montaje del Conjunto de dirección Tipo Mecánica - Diseño y Montaje de soporte de las sillas del vehículo.

Como resultado del proyecto, se tienen las pruebas y análisis de resistencias de materiales de acuerdo con el diseño elegido para la Construcción de vehículo eléctrico, además de los diseños del diseño y Montaje Suspensión Delantera y Trasera, diseño y Montaje del Conjunto de dirección Tipo Mecánica, diseño y Montaje de Sillas del Vehículo.

Palabras clave

Energías alternativas, motor eléctrico, sistema de suspensión.

1. Introducción

A raíz de las nuevas tecnologías en energías alternativas, como son los vehículos eléctricos aplicados en la industria automotriz, que busca disminuir la contaminación ambiental y la alta dependencia de estos a los combustibles fósiles, insta a pensar desde el Sena en una estrategia que permita el fortalecimiento de los procesos de formación en el programa automotriz, donde el aprendiz no solo se involucre aprendiendo en el hacer, sino que también le permita generar conocimiento nuevo y pueda contribuir desde su ámbito y proceso de formación en posibles alternativa tecnológicas.

Si se logra la implementación de tecnologías limpias en el parque automotor, en muy pocotiempo en las principales ciudades, estarán circulando vehículos eléctricos a gran escala.

Actualmente las competencias que viene desarrollando el Sena en el Programa Automotriz en la parte técnica, están direccionadas al servicio de mantenimiento y reparación de motores de combustión interna, lo que limita al aprendiz de esta especialidad a intervenir estas nuevas tecnologías.

¿Cómo fortalecer los programas de formación mediante el desarrollo de tecnologías limpias en el Programa Automotriz?

La construcción del vehículo solar, ha tenido fase I y II previas, y actualmente se está formulando para la ejecución de la Fase III definitiva del proyecto, el cual consiste en la puesta en funcionamiento del mismo.

El proyecto ha logrado tener ponencias nacionales, para los componentes que han desarrollo en el marco del proyecto, como, por ejemplo: El cálculo y configuración mecánica de un sistema de suspensión para un vehículo eléctrico, cada fase se ha compuesto de un componente teórico inicial, para validarlo luego con diseños y funcionamiento del mismo.

2. Metodología

En el diseño del proyecto, se ha desarrollado por fases de acuerdo a bloque de diseño y construcción el cual se describe a continuación:

Fase uno: Diseño, construcción de bastidor y montaje de subsistemas, en esta fase comprende el diseño y construcción del bastidor, se utilizará a través diseño experimental y construcción de prototipo.

Fase dos: Diseño y construcción de carrocería. En esta fase basada en revisión documental, estado del arte de estándares y diseño experimental de la aerodinámica de carrocería y construcción de prototipo.

Además de las fases anteriores, se está desarrollando la fase tres: Alcanzadas las fases uno y dos en su totalidad contamos con bastidor y subsistemas mecánicos del vehículo. A continuación, para lograr la terminación del prototipo del vehículo eléctrico solar urbano, se requiere, la elaboración de la carrocería bajo condiciones de seguridad, diseño admisible aerodinámico, la red eléctrica de potencia, circuito eléctrico convencional y fotovoltaico.

En cada una de las fases se trazan las siguientes actividades:

1. Revisión documental: Sustente técnico del proyecto, y poder relacionar con cada una de las fases.
2. Aplicación de software de diseño: Realizando pruebas de resistencia

mecánica al chasis, suspensión y soportes estructurales, con el fin de validar los factores de seguridad.

3. Prototipos: Esquemas de funcionamiento, por medio de prototipos funcionales.
4. Pruebas de funcionamiento: Construcción de dispositivos y pruebas de adaptabilidad con cada uno de los sistemas del vehículo eléctrico.
5. Validación: Validación y documentación técnica de los sistemas.

Para alcanzar esta etapa se inicia con los diseños en CAD, de prototipos de carrocerías, una vez seleccionado, se elabora un estudio aerodinámico para validar su comportamiento y seleccionar la de mejor desempeño.

3. Desarrollo

Fase uno: Diseño, construcción de bastidor y montaje de subsistemas. Esta fase comprende el diseño y construcción del bastidor, se utilizará a través diseño experimental y construcción de prototipo. Se desarrollarán las siguientes actividades:

1. Consulta del estado del arte
2. Revisión documental
3. Simulación
4. Prototipado 3D
5. Diseño de prototipo preliminares.

Fase dos: Diseño y construcción de carrocería. En esta fase basada en revisión documental, estado del arte de estándares y diseño experimental de la aerodinámica de carrocería y construcción de prototipo. Se desarrollarán las siguientes actividades:

1. Consulta del estado del arte
2. Revisión documental
3. Simulación
4. Prototipado 3D
5. Diseño de prototipo preliminares

Inicialmente se diseñaran diferentes prototipos de chasis y carrocería en el Software Rhinoceros 5.0 utilizando un grupo de herramientas que facilitan la elaboración de modelos, Sin embargo, considerando la necesidad de transferibilidad del conocimiento se optara por exportar el prototipo final seleccionado al software Solidworks para realizar las diferentes validaciones, debido a que este proporciona una potente funcionalidad y es de fácil uso, incrementando la productividad para obtener un diseño innovador, todo ello para fortalecer el proceso de diseño desarrollado en la etapa inicial con Rhinoceros 5.0.

Fase Tres: Alcanzadas las fases uno y dos en su totalidad contamos con bastidor y subsistemas mecánicos del vehículo. A continuación, se requiere para lograr la terminación del prototipo del vehículo eléctrico solar urbano, la elaboración de la carrocería, bajo condiciones de seguridad y diseño admisibles y la red eléctrica de potencia y circuitos eléctricos básicos. Para ello se trazan las siguientes actividades.

1. Revisión documental
2. Aplicación de software de diseño
3. Elaboración de circuitos eléctricos fotovoltaicos y básicos
4. Trazar y conectar red eléctrica del vehículo
5. Pruebas piloto del vehículo solar

Para alcanzar esta etapa se inicia con los diseños en CAD, de prototipos de carrocerías, una vez seleccionado, se elabora un estudio aerodinámico para validar su

comportamiento y seleccionar la de mejor desempeño.

Finalizada esta etapa, se procede a fabricar una matriz de poliuretano esenciales para moldes como base en la construcción de la carrocería en fibra de carbono.

Como etapa final se diseñan el circuito eléctrico de potencia y circuito eléctrico básico dual. Siendo el primero suministrado de la red de 12 voltios del vehículo y el otro totalmente independiente que proviene de circuito del sistema solar fotovoltaico. Estos circuitos están configurados bajo necesidades de diseño y requerimientos en búsqueda de la máxima eficiencia e innovación.

Se realizarán las pruebas de funcionamiento, evaluando sus subsistemas, mecánicos, aerodinámicos, eléctricos y el mecanismo de su configuración de almacenaje de energía y su aplicación en el vehículo.

Todo el proceso desde el diseño hasta la construcción y puesta en marcha del vehículo eléctrico, será orientado por instructores y aprendices del centro industrial y de aviación regional atlántico, donde pueden aplicar todo su conocimiento, desarrollar habilidades, identificar nueva tecnología que les permitirá ser más competitivos en la demanda laboral actual. A su vez elaborar material didáctico sobre el proceso en la construcción del vehículo y aplicabilidad de energías alternativas en el área automotriz.

4. Resultados

A partir de diseños anteriormente desarrollados en el SENA regional atlántico, como el proyecto Fórmula Eco así como la elaboración del Diseño del Chasis de un Vehículo Eléctrico Tipo Formula SAE Student, proyecto que fue financiado por el sistema de investigación y desarrollo tecnológico e innovación SENNOVA permitió obtener conocimiento tácito que nos dirige a la elaboración del diseño y construcción de un vehículo eléctrico solar tipo urbano.

Para verificar el comportamiento estructural del chasis de cualquier vehículo, se deben tener en cuenta la función para la cual va a ser diseñado precisando identificar como actúan las diferentes fuerzas y como lo afectan estas, de igual manera analizar las diferentes cargas dinámicas y estáticas a las que estará sometido en condiciones reales, razón por la cual se recopiló toda la información relevante sobre bastidores, así como la evolución que ha experimentado el diseño estructural de los vehículos en los últimos años para la obtención de resultados satisfactorios en las exigencias requeridas a nivel de seguridad, diseño y material empleado y de esta manera poder diferenciar los distintos tipos de estructuras que existen en el mercado automotor.

Las estructuras actuales para vehículos incorporan diferentes tipos de materiales en base a los requerimientos mecánicos y a la función que desempeña, así como la necesidad de alojar otros componentes, sistemas mecánicos o eléctricos que constituyen el automotor.

Actualmente se cuenta con equipos de trabajo multidisciplinarios, capaz de responder satisfactoriamente a las altas exigencias a nivel de reglamentación, diseño y producción que demanda la fábrica de los automotores.

A partir de estas consideraciones se obtuvo un prototipo de chasis modelado en software CAD rhinoceros 3D 5 SR2 (64 bits), de igual modo se validó su resistencia mecánica utilizando software CAE solidworks Simulation Premium 2014 x 64 teniendo como referencia la norma NCAP (New Car Assessment Programme). Que validan la seguridad en los vehículos, al final se obtuvo un chasis de bajo peso, capaz de soportar los requerimientos

estructurales bajo condiciones normales.

4.1. Estructura del vehículo:

La estructura del vehículo es el conjunto de componentes que sirve de soporte a los distintos sistemas y elementos que forman un vehículo. En los vehículos hay elementos cuya única función es la resistencia estructural del vehículo como, por ejemplo, la carrocería. En cambio, hay otros que, cumpliendo la función para la que fueron diseñados, complementan la resistencia de la estructura del vehículo, como los parabrisas cuando van pegados.

4.2. Definición Chasis:

El chasis o bastidor es una estructura de tubos y/o largueros reforzados con travesaños, todos ellos fabricados en chapa conformada de acero, cuya función es servir de soporte al resto de los elementos del vehículo.

4.3. Tipos de Chasis para Vehículos:

4.3.1. Bastidor Independiente

Los primeros diseños de bastidores se basaban en el conjunto formado por dos largueros longitudinales laterales, fabricados de chapa laminada con perfil cajado o en "C", enlazados entre sí mediante travesaños, constituyendo una base sobre la que se montan los órganos mecánicos y la carrocería del vehículo. Este tipo de bastidor presenta una gran rigidez, por lo que hoy en día todavía son ampliamente utilizados en camiones de carga, furgones ligeros y en vehículos todo terreno.

Figura 1. Chasis multitubular

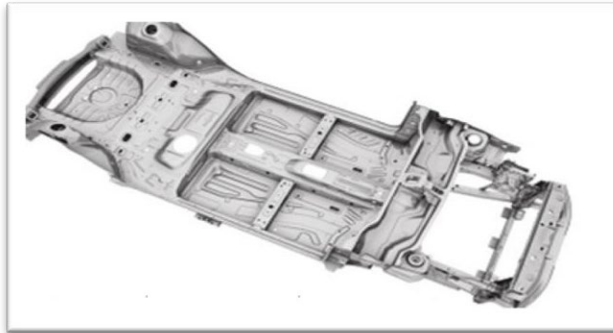


Fuente: Mercado Racing

4.3.2. Bastidor de plataforma

El tipo de bastidor de plataforma realiza la función, como su propio nombre indica, de una plataforma portante y resistente.

Figura 2. Bastidor en plataforma



Fuente: Ingemecanica

Está constituido por un chasis aligerado formado por la unión de varias chapas soldadas, generalmente mediante soldadura por puntos, formando el conjunto una base de rigidez suficiente como para poder soportar los órganos mecánicos y posteriormente también la carrocería del vehículo.

4.3.3. Bastidor Monocasco

Es la opción más empleada actualmente en la fabricación de automóviles, sobre todo en vehículos ligeros y turismos, debido a que supone una reducción importante en el peso del vehículo, le dota de mayor flexibilidad y es más barato su producción en serie.

Figura 3. Carrocería de chasis Auto portante(Monocasco)

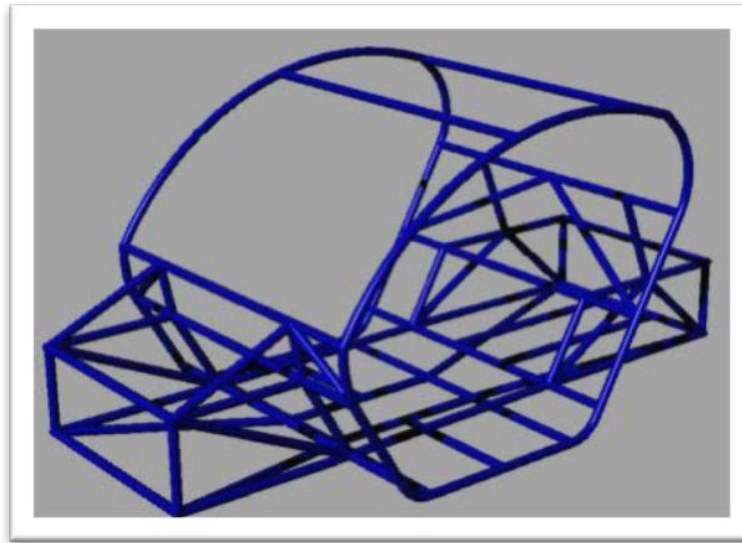


Fuente: tecnología en el automóvil

4.3.4. *Bastidor Tubular*

Este sistema es utilizado en la fabricación de vehículos clásicos y deportivos, pero muy rara vez los fabricantes recurren a él. Esta técnica utiliza una estructura de tubo metálico para el chasis y la recubre con una carrocería que puede estar fabricada en diversos materiales (fibra de vidrio y materiales compuestos etc.) Proporciona al conjunto una gran rigidez y resistencia con poco peso.

Figura 4. Prototipo Chasis VES



Fuente: pantallazo tomado de CAD Rhinoceros 3D

4.4. *Propiedades de los componentes estructurales:*

El vehículo está compuesto por una serie de componentes concebidos para conservar sus propiedades mecánicas en situaciones de máxima sollicitación. En caso de accidente, el comportamiento de la carrocería frente al impacto dependerá del material empleado en la fabricación de los componentes, así como del diseño de la pieza. Las carrocerías auto portantes actuales incorporan diferentes tipos de materiales en base a los requerimientos mecánicos y a la función que desempeña cada pieza.

Figura 5. Disposición de los elementos resistentes de una carrocería autoportante.



Fuente: Carrocería del automóvil

4.5. Sistema de Fuerza

Concepto fuerza: “una fuerza representa la acción de un cuerpo sobre otro, caracterizada por su punto de aplicación, su módulo, su dirección y sentido”. Otra definición: “Una fuerza es toda acción o causa que modifica el estado de reposo o movimiento de los cuerpos, o que produce una deformación”. La unidad de fuerza o newton (N) pertenece al sistema internacional de unidades (SI). Es independiente y se puede utilizar en la Tierra o en otro planeta. Otras unidades del SI son el kilo (k), gramo (g), metro (m), segundo (s), etc.

4.6. Composición y descomposición

Principio de inercia: todo cuerpo seguirá en estado de reposo o de movimiento si las fuerzas aplicadas sobre él se equilibran entre sí, o bien, si no existe ninguna fuerza aplicada sobre él. Por tanto, a la tendencia de cualquier cuerpo a conservar su estado de reposo o movimiento se le denomina inercia.

Principio de aceleración: la aceleración que se produce en un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre él ($F = m \times a$).

Principio de acción y reacción: cada vez que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro cuerpo (acción), este responde o reacciona con otra fuerza (reacción), de igual dirección y magnitud, pero en sentido contrario.

Por tanto, definiremos sistema de fuerzas como “el conjunto de dos o más fuerzas que actúan sobre un mismo punto”. En un sistema de fuerzas, estas pueden tener distinto módulo, distinta dirección, distinto sentido, pero el punto de aplicación de todas las fuerzas del sistema será el mismo.

4.7. Teoría de Von Mises o Teoría de Energía de Distorsión

La teoría de falla de máxima energía de distorsión se presenta en materiales dúctiles que son capaces de absorber una cierta cantidad de energía antes de sufrir una falla a la

fractura. Esta teoría está basada en los estudios realizados por Von Mises a una esfera maciza, idealmente homogénea e isotrópica e Hidrostáticamente comprimida la cual le analizo los esfuerzos que actuaban sobre ella, que lo conllevaría posteriormente a plantear las ecuaciones.

La energía de deformación se compone de la energía de deformación (Cambio de volumen) y de la distorsión.

La falla ocurre si la energía de distorsión por volumen unitario excede la correspondencia a una prueba de tensión unitaria en la falla.

$$\mu = \mu_v + \mu_d \quad (\mu_{\text{volumen}} + \mu_{\text{distorsion}})$$

Los esfuerzos principales se componen de esfuerzos que producen cambio de volumen y cambio de distorsión.

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sigma'_1 + \sigma_{1v} & \sigma'_i &= \sigma \text{ que causa distorsion} \\ \sigma_2 &= \sigma'_2 + \sigma_{2v} & \sigma'_i &= \sigma \text{ que causa cambio de volumen} \\ & & \sigma_3 &= \sigma_3 + \sigma_{3v} \end{aligned}$$

Y para que no halla cambio de volumen por los componentes de distorsión se debe cumplir que:

$$\varepsilon'_1 + \varepsilon'_2 + \varepsilon'_3 = 0$$

4.8. Energía de Distorsión

$$U_d = U - U_h$$

$$U_d = U_t - U_h = \frac{1+\nu}{3E} \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]$$

$$U_d = \frac{1+\nu}{3E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3)$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$$

Si se cumple, la energía de distorsión es cero

4.9. Energía de Distorsión asociada con la Fluencia

$$\sigma_2 = \sigma_3 = 0, \quad \sigma_1 = s_y$$

$$U_d = \frac{1+\nu}{3E} s_y^2$$

Criterio: La fluencia ocurrirá cuando la energía de distorsión de un volumen unitario, sea igual a la energía de distorsión del mismo volumen, cuando se lo someta a un esfuerzo uní axial hasta la resistencia a la fluencia.

4.10. Factor de seguridad

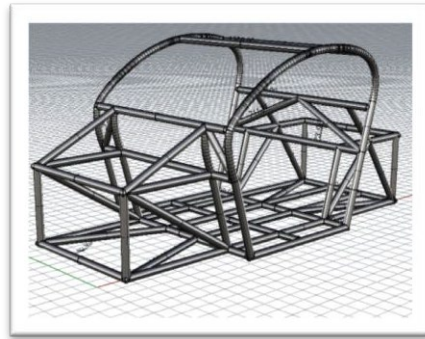
$$\sigma_e = \frac{s_y}{n_s} \Rightarrow \sigma_e = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2}}$$

$$\eta = \frac{s_y}{\sigma'}$$

Donde
$$\sigma' = (\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)$$

Basados en la teoría de distorsión se pudo constatar que la energía específica de deformación en un punto de un sólido sujeto a un estado de tensión cualquiera, es una función tanto de las tensiones actuantes como de las deformaciones.

Figura 6. Chasis VE



Fuente: pantallazo tomado de CAD Rhinoceros 3D

A partir de la selección del chasis del tipo tubular para el diseño del vehículo eléctrico solar, se modelan varios diseños utilizando la herramienta de modelado en 3D del software RHINOCEROS 3D.

Se inicia el diseño ajustando las medidas del chasis, teniendo en cuenta las dimensiones de los vehículos eléctricos que existen actualmente.

Selección del Material y Dimensiones Tubería del Chasis Vehículo Eléctrico.

Teniendo en cuenta obtener un diseño de un chasis tubular de bajo peso y con las características de rigidez estructural requerida para soportar la masa suspendida y ofrecer un habitáculo de seguridad para sus ocupantes. Se seleccionó el acero estructural AISI 1010.

De diámetro nominal 1 1/4", espesor de pared de 2.8 mm, equivalente al Schedule 10.

4.11. Característica Tubos de Acero Estructural Bajo Norma ASTM.

4.11.1. Material de Fabricación.

Los tubos se fabrican con acero laminado en caliente según norma AISI/SAE 1008,1010, 1015, JIS G 3132 SPHT1, ASTM A 1011 o cualquier otro acero equivalente

que cumpla las normas ASTM – A795 Con la siguiente composición química.

Tabla 1. Material de Fabricación

Elemento	Grado A
Carbono	0,25% Máximo
Manganeso	0,95% Máximo
Fosforo	0,035% Máximo
Azufre	0,035% Máximo

Tabla 2. Propiedades Mecánicas del Acero (A nivel orientativo)

Esfuerzos	En psi(min)	En Mpa.
Esfuerzos de Fluencia	30.000	206,842
Esfuerzos de tensión	48.000	330,948
Porcentaje de elongación	20% en promedio	

La tubería de acero ASTM A-795 es recomendada para redes contra incendios y otras y otras aplicaciones de conducción de fluidos pocos corrosivos como aceites, aire y vapor a altas temperaturas y medias presiones. Se fabrican con aceros e insumos cuidadosamente seleccionados, aplicando procesos de conformado en frio y electro fusión (ERW).

Tabla 3. Pruebas Según norma.

Pruebas	
Prueba NDT	Según norma ASTM A - 795
Prueba Hidrostática	Según norma ASTM A - 795
Prueba Neumática	A presión de 100psi
Prueba Aplastamiento	Según norma ASTM A - 795
Prueba Abocardado	Según norma NTC -103

Los tubos son identificados según la norma ASTM A – 795, con leyenda ASTM A795 A-E SCH 10 DIA, (x*).6.00m estampado en bajo relieve.

No. Control CC - 620 - 012. Edición No. 5-12-05-18. Revisión A: 12-05-18

Tabla 4. Tolerancias de la Tubería Según la Norma ASTM

Tolerancia en Diámetro		
Perfiles redondos	0 < 1.900 “(48,3mm)	+/- 0.5%
Tolerancia de Espesor	0>2.000” (50.8mm)	+/- 0.75%
Tolerancia en Espesor de Material:		+/- 10%
Cuadratura en cuadrados y rectangulares:		+/- 2

Tabla 5. Prueba de los Tubos Bajo Norma ASTM

Pruebas	
Torsión:	según normas ASTM A-500 NTC 4526
Aplastamiento:	según norma ASTM A-500
Abocardado:	según norma NTC-103
Espesor de capa:	según normas ASTM A-53 (para tubos galvanizados)

4.12. Perfil estructural tubular

La geometría de los perfiles estructurales puede ser redonda, cuadrada o rectangular, son alternativas en la industrial. El diseño para construir sistemas estructurales metálicos de alta resistencia, de una manera práctica, rápida y sencilla. Se puede emplear como columnas vigas y viguetas simples, en combinación con otros elementos estructurales o en conjunto con cualquier otra alternativa de mercado. Los perfiles se entregan en acero negro; en caso de que se requiera en galvanizados se debe consultar con el distribuidor.

4.13. Dimensiones y Tolerancias Bajo norma ASTM

Los perfiles tubulares se fabrican de acuerdo a la norma ASTM A-500 con las dimensiones reales indicadas en las tablas y se comercializan según las dimensiones nominales de común manejo. La longitud normal de fabricación es 6.00m, en caso de requerirse otras longitudes se debe consultar con el distribuidor.

Tabla 6. Especificaciones de la Tubería

Diámetro nominal NPS	Diámetro exterior (Pulg.)	Espesor de pared (Pulg)	Peso tubo negro (kg)	Peso tubo galvanizado (kg)	Largo del tubo	Presión de prueba (psi)
----------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------	----------------	-------------------------

¾"	1,050	0,083	7,657	7,955	6,00	700
1"	1,315	0,109	12,541	12,911	6,00	700
1 ¼"	1,660	0,109	16,128	16,615	6,00	1000
1 ½"	1,900	0,109	18,624	19,192	6,00	1000
2"	2,375	0,109	23,563	24,291	6,00	1000
2 ½"	2,875	0,120	31,539	32,429	6,00	1000
3"	3,500	0,120	38,694	39,794	6,00	1000
4"	4,500	0,120	50,142	51,580	6,00	1200
6"	6,625	0,134	82,978	85,124	6,00	1200

4.14. Validación del Chasis Tubular Mediante Software CAE.

Tabla 8. Cuadro de Cargas Aplicadas al Chasis Carro Eléctrico

PRUEBAS	DESACELERACION A x , A y ,A z	FUERZAS APLICADAS DIRECCION X,Y ,Z
Prueba de Impacto Frontal	12g	82.320N
Prueba de impacto lateral	5 g	34.300N
Prueba por Volcadura	7g	48.020 N

Con el fin de validar la estructura del chasis tubular, y garantizar un diseño óptimo que garantice que el chasis no presentará fallas estructurales debido a las cargas estáticas y dinámicas que estará sometido durante el funcionamiento del vehículo. Se le efectuaron unas pruebas mediante un software CAE. SOLID WORK. Y aplicando las normativas de seguridad para pruebas de chasis y carrocerías de los vehículos que se fabrican actualmente teniendo presente las siguientes Dimensiones del vehículo eléctrico.

Tabla 7. Dimensiones del Vehículo Eléctrico Solar

Distancia entre ejes	1720 mm	67,716 in
Vía delantera	1467 mm	57,755 in
Altura en vacío	1210 mm	46,637 in
Largo	2520 mm	99,212 in

Ancho	1300 mm	51,181 in
Alto	1210 mm	46,637 in

4.15. Norma Seguridad 1317. EUROPA. Para Diferentes Pruebas

Conforme exigen las normas de seguridad en las diferentes pruebas que se le realizan a los vehículos actuales, se tomaron referencia de estas normas para ser aplicadas a la estructura del vehículo y validar su resistencia estructural, con esto se garantiza que chasis tiene la resistencia estructural para soportar el peso total del vehículo a plena carga y afrontar las grandes fuerza generadas durante una colisión. Según norma EN 1317 al chasis se le aplicaron cargas de impacto frontal, lateral, volcadura y trasero.

La norma establece los valores límite de desaceleración a lo que puede estar expuesto un vehículo durante una colisión frontal, lateral, trasero y volcadura. . A partir de los resultados obtenidos efectuada a una velocidad de 56 y 60 km /hr, se obtienen unos resultados que nos permite calcular las fuerzas que se deben a aplicar al chasis para validar su resistencia estructural.

Tabla 9. Masa del Vehículo Eléctrico

Masa Total del Vehículo			
Elementos	Unidad	Peso por Unidad	Peso total
Baterías	6	23 kg	138 kg
Diferencial	1	12 kg	12 kg
Motor	1	27 kg	27 kg
Elementos mecánicos	Sistemas del Vehículo	238 kg	238
Chasis	1	120 kg	120 kg
Cargador de Baterías	1	4 kg	4 kg
Ocupantes	2	80 kg	160 kg
Peso Total			700

4.16. Pruebas de Validación

4.16.1. Prueba Impacto Frontal.

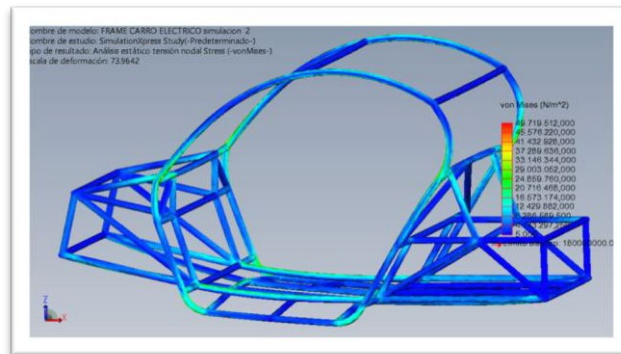
Fuerza aplicada para la validación de resistencia mecánica del chasis por impacto de carga frontal: El cálculo se hace para una condición crítica de impacto que ocurre a una desaceleración de 12g. Aplicando la segunda ley de Newton $f = ma$ y promediando el peso del vehículo dónde: $m = 700k$

$$a_x = 12 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a_x = 117,6 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow f_x = 700\text{kg} \cdot 117,6 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow f_x = 82.320 \text{ N}$$

Figura 7. Prueba impacto frontal



Fuente: pantallazo tomado de CAE SolidWorks

4.16.2. Prueba de Impacto Lateral.

Fuerza aplicada para la validación de resistencia mecánica del chasis por impacto de carga lateral:

Para verificar la resistencia mecánica del chasis se aplica una fuerza de impacto lateral equivalente a 5 g.

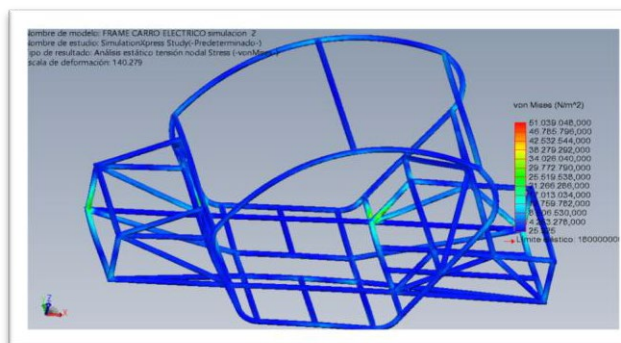
Aplicando la segunda ley de Newton $f = ma$ y promediando el peso del vehículo Donde: $m = 700\text{kg}$

$$a_x = 5 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a_x = 49 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow f_x = 700\text{kg} \cdot 49 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow f_x = 34.300 \text{ N}$$

Figura 8. Prueba impacto lateral



Fuente: pantallazo tomado de CAE SolidWorks

4.16.3. Prueba por Volcadura.

Fuerza aplicada para la validación de la resistencia mecánica del chasis por

impacto de carga debido a una volcadura:

Para verificar la resistencia mecánica del chasis se aplica una fuerza de impacto al aro principal equivalente a 7 g.

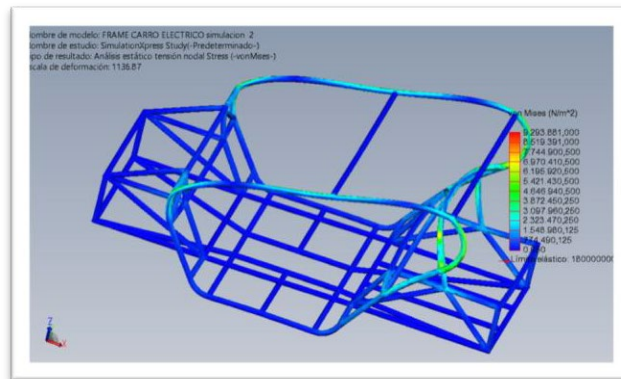
Aplicando la segunda ley de Newton $f = ma$ y promediando el peso del vehículo dónde: $m = 700\text{kg}$

$$a_x = 7 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a_x = 68,6 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow f_x = 700\text{kg} \cdot 68,6 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow f_x = 48.020 \text{ N}$$

Figura 9. Prueba por volcadura



Fuente: pantallazo tomado de CAE SolidWorks

4.17. Pasos para la Validación del Chasis Mediante Software Tipo CAE

Para la validación del chasis mediante software SolidWorks Simulation Premium 2014 x64 se realizaron los siguientes pasos:

Se procede a introducir en el programa las fuerzas anteriormente calculadas F_x , F_y y F_z .

En la lista de materiales del software se selecciona el material de los tubos del chasis AISI /SAE 1010 con el fin de cargar en la simulación las propiedades mecánicas del material.

4.17.1. Propiedades mecánicas Acero AISI /SAE 1010

Modulo Young = 200 GPa

Esfuerzo de fluencia = 206,842 Mpa Esfuerzo ultimo de tracción = 330,948 Mpa

Resistencia mecánica en los puntos de soldadura de los tubos Esfuerzo de fluencia $S_y = 206,842 \text{ Mpa}$

Esfuerzo ultimo de tracción $S_u = 300,948 \text{ Mpa}$.

Se ajustan las restricciones de movimiento en el chasis, con el fin de crear los grados de libertad durante la aplicación de las fuerzas F_x , F_y y F_z .

Se realizan tres simulaciones para cada uno de las fuerzas aplicadas F_x , F_y y F_z .

5. Discusión y Análisis

Para verificar el comportamiento estructural del chasis de cualquier vehículo, se deben tener en cuenta la función para la cual va a ser diseñado precisando identificar como actúan las diferentes fuerzas y como lo afectan estas, de igual manera analizar las diferentes cargas dinámicas y estáticas a las que estará sometido en condiciones reales, razón por la cual se recopiló toda la información relevante sobre bastidores, así como la evolución que ha experimentado el diseño estructural de los vehículos en los últimos años para la obtención de resultados satisfactorios en las exigencias requeridas a nivel de seguridad, diseño y material empleado y de esta manera poder diferenciar los distintos tipos de estructuras que existen en el mercado automotor.

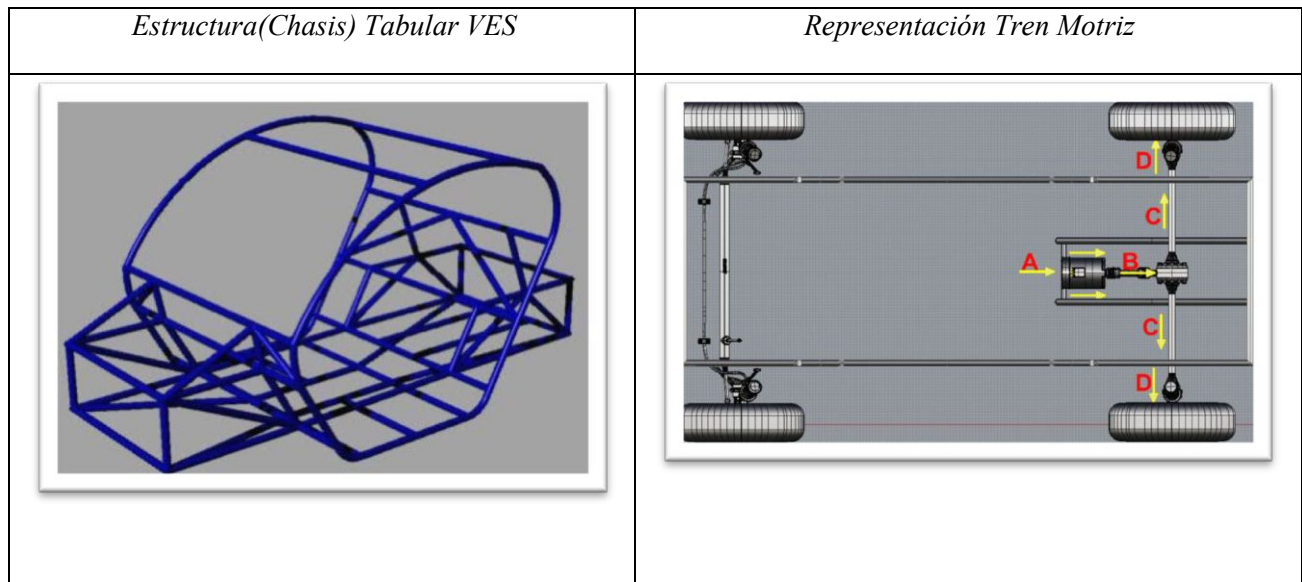
Las estructuras actuales para vehículos incorporan diferentes tipos de materiales en base a los requerimientos mecánicos y a la función que desempeña, así como la necesidad de alojar otros componentes, sistemas mecánicos o eléctricos que constituyen el automotor. Actualmente se cuenta con equipos de trabajo multidisciplinarios, capaz de responder satisfactoriamente a las altas exigencias a nivel de reglamentación, diseño y producción que demanda la fábrica de los automotores.

A partir de estas consideraciones se obtuvo un prototipo de chasis modelado en software CAD rhinoceros 3D 5 SR2 (64 bits), de igual modo se validó su resistencia mecánica utilizando software CAE solidworks Simulation Premium 2014 x 64 teniendo como referencia la norma NCAP (New Car Assessment Programme). Que validan la seguridad en los vehículos, al final se obtuvo un chasis de bajo peso, capaz de soportar los requerimientos estructurales bajo condiciones normales.

6. Conclusiones

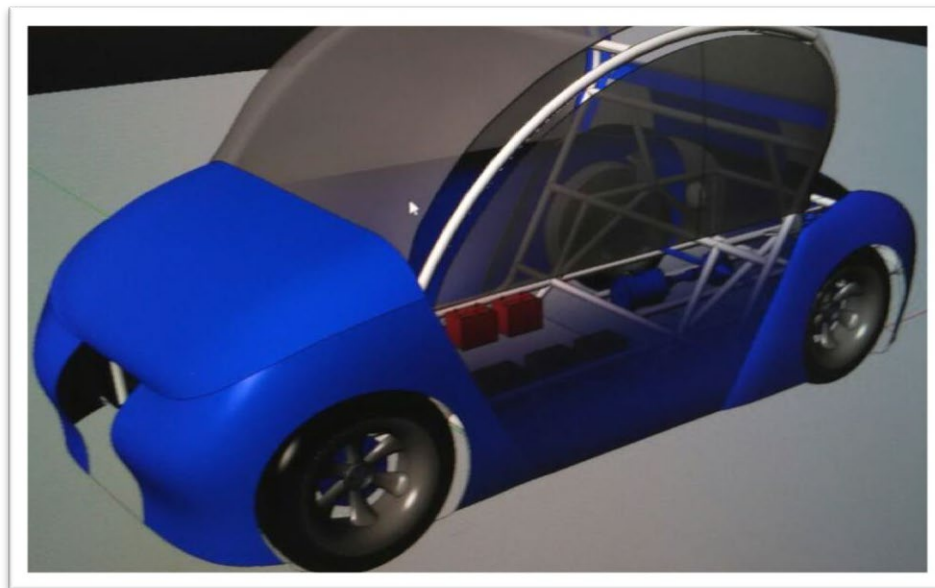
Finalmente, el software muestra los puntos en la estructura del chasis donde existe la mayor concentración de esfuerzo crítico debido a las fuerzas aplicadas, este se presenta en una escala de colores donde el color rojo es el valor más crítico, de igual manera también muestra el desplazamiento en mm en escala de colores y los factores de seguridad.

Figura 9. Diseño Preliminar VES



Fuente: pantallazo tomado de CAD Rhinoceros 3D

Figura 10. Diseño Preliminar VES – 2



Fuente: pantallazo tomado de CAD Rhinoceros 3D

Como resultado del proyecto: Se realizó el Análisis Causa y Efecto de Vehículo Urbano, Proyecto con energía Solar. Discusión y Lluvia de Ideas y Análisis de Proyectos Afines. Estudio y pruebas y análisis de resistencias de materiales de acuerdo al diseño elegido. Construcción de Chasis. Talleres del Sena especializados en Construcción y Soldada.

El Diseño y Montaje Suspensión Delantera y Trasera, Diseño y Montaje del Conjunto de dirección Tipo Mecánico, Diseño y Montaje de Sillas del Vehículo.

Finalmente, con el presente proyecto, se evaluó los fundamentos conceptuales de los sistemas de suspensión actuales basados en el comportamiento físico de dicho sistema para alcanzar control del vehículo y confort de los ocupantes del mismo. Para concluir, se analizó la geometría y comportamiento de los diferentes sistemas que se han desarrollado en aplicación automotriz. Por otra parte, el sistema, debido a la aplicación del vehículo, generó una configuración poco usual con excelentes prestaciones en la absorción de irregularidades del piso con referencia a las masas suspendidas del automotor.

7. Referencias

- Arsuaga, P. (2012). Vehículos Eléctricos y Redes para su Recarga. Madrid, RA-MA (10-20), editorial, 2012, ISBN 978-84-9964-005-1
- Hermenegildo, (2009). El Bastidor de los Vehículos Automóviles, 69, Recuperado de: www.ingemecanica.com,
Fecha de acceso: veinte de abril de dos mil ocho.
- Hernández, M., Jesús, J., Pérez, Belló., Ángel, M. (2009). Sistemas de seguridad y confortabilidad. Madrid: Macmillan, (1-2), Iberia, S.A.
- Ramos, A., Carmen, M. (2012) Reparación en bancada (MF0125_2). Málaga, ES: IC Editorial, (3-10), 2012.

Diseño de prototipo de ladrillo a partir de biosólidos generados en la PTAR de Victoria, Caldas.

Proyecto SENNOVA: SGPS 3390-2018. Línea de innovación.

Juan David Salazar Espitia

SENA regional Caldas, Centro para la Formación Cafetera, SENNOVA, Colombia

jdsalazare@sena.edu.co

Mauricio Correa García

SENA regional Caldas, Centro para la Formación Cafetera, Tecnología en Química aplicada a la Industria, Colombia

mcorrea0055@misenda.edu.co

Hemelin Méndez Velásquez

SENA regional Caldas, Centro para la Formación Cafetera, Tecnología en Química aplicada a la Industria, Colombia

hmendez68@misenda.edu.co

Geiner Andrés Ossa Galvis

SENA regional Caldas, Centro para la Formación Cafetera, Tecnología en Química aplicada a la Industria, Colombia

gaossa4@misenda.edu.co

Resumen

En Colombia se encuentra en desarrollo la recuperación de cuerpos de agua superficiales debido a la baja calidad que estos presentan. Esta recuperación se está realizando por medio de la implementación de proyectos enfocados en el saneamiento hídrico, donde la calidad del agua es restablecida por medio de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). En estas, se genera un co-producto llamado biosólido, el cual es resultado de disminuir la carga contaminante de las aguas residuales. Este co-producto presenta propiedades atractivas para ser aprovechado de diferentes maneras, no obstante, en algunas ocasiones es considerado como un residuo debido al contenido de contaminantes que este material presenta, por lo cual es dispuesto en rellenos sanitarios, generando problemas de salud pública, contaminación del suelo, aire y agua. Según esto, en el presente proyecto se está investigando el diseño de un prototipo de ladrillo a partir de mezclas entre arcillas y biosólidos con el fin de contribuir al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible 12 (producción y consumo responsable), 13 (acciones por el clima) y 17 (alianzas estratégicas). La investigación se está desarrollando a través de la caracterización física, química y microbiológica de los biosólidos y arcillas; los biosólidos fueron obtenidos de la PTAR ubicada en Victoria, Caldas y las arcillas de la planta de producción de ladrillos de CASAGRES. Cabe resaltar que la caracterización se está realizando en diferentes instituciones por medio de una alianza estratégica, estas son: Universidad Católica de Manizales, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Caldas, Aguas de Manizales S.A. E.S.P. y CASAGRES. Para la elaboración del prototipo de ladrillo se han planteado adiciones de biosólido de 5%, 10%, 15% y 20% en una pasta arcillosa lo cual permitirá evaluar la calidad final del ladrillo con base en lo indicado en la NTC4205 y NTC4017.

Palabras clave

Planta de tratamiento de aguas residuales, biosólidos, prototipo, ladrillo, objetivos de desarrollo sostenible.

1. Introducción

Los cuerpos de agua subterráneos y superficiales se encuentran degradados debido a la descarga desmesurada de vertimientos domésticos e industriales sin tratamiento o con tratamiento deficiente (Salazar-Espitia, 2018). Debido a esto se han implementado estrategias, como los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) los cuales propenden a conservar y preservar la humanidad y el medio ambiente (United Nations, 2015). De estos se resalta el ODS 6 cuyo fin es garantizar que cada persona posea un sistema adecuado de saneamiento en su hogar y que las aguas que se generan de las actividades domésticas sean transportadas, tratadas y dispuestas de una manera sostenible.

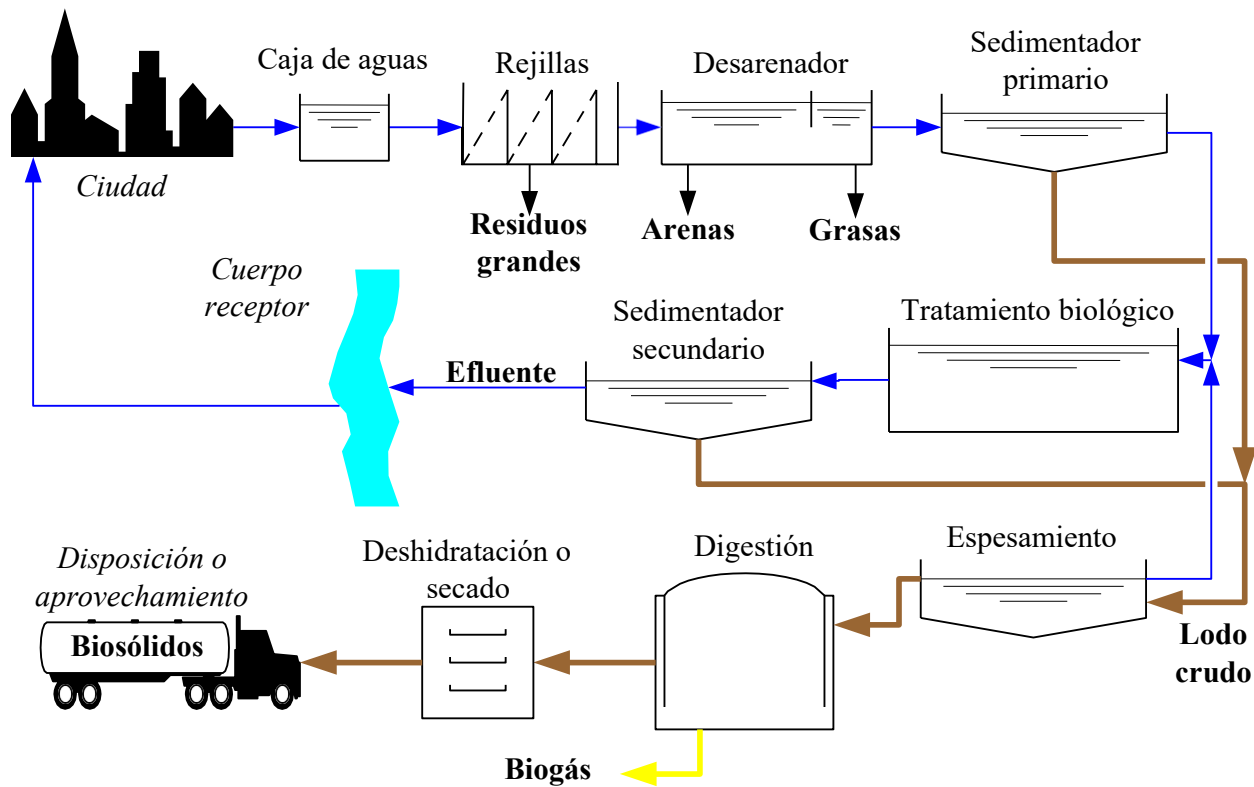
Según esto, se han generado estrategias a nivel regional y local con el fin de aumentar la cobertura de saneamiento hídrico, donde la principal estrategia ha sido la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) las cuales disminuyen la carga contaminante generada por los vertimientos producidos en hogares, industrias, comercios, entre otros. En este proceso de tratamiento de aguas residuales se generan diferentes productos como se observa en la Figura 1 (Salazar-Espitia, 2018):

- ✓ Efluente: descarga de agua que ha pasado por una serie de tratamientos, el cual presenta una disminución en cargas contaminantes cumpliendo la normatividad vigente de vertimientos y objetivos de calidad del río, quebrada, laguna, entre otros.
- ✓ Residuos grandes: basuras de gran tamaño que son retiradas de las aguas residuales en la etapa de pretratamiento. Algunas de estas son: prendas de ropa, recipientes, implementos de aseo personal, hojas, troncos, entre otros.
- ✓ Arenas: partículas finas entre 0,15 y 0,2 mm obtenidas en la etapa de pretratamiento, específicamente en el desarenador.
- ✓ Grasas: fluido con alto contenido en aceites y grasas obtenido en la etapa de pretratamiento, principalmente de la trampa de grasas.
- ✓ Biogás: fluido gaseoso generado en el proceso de tratamiento de lodos, específicamente en la digestión anaerobia, el cual contiene metano y dióxido de carbono, principalmente.
- ✓ Biosólido: co-producto sólido obtenido del tratamiento de lodos el cual hace referencia a un lodo estabilizado de menor volumen.

De los diferentes productos generados en una PTAR, es necesario mencionar que, generalmente, el biogás es aprovechado para la generación de energía y que los residuos grandes, arenas y grasas tienden a ser dispuestos en rellenos sanitarios o en empresas especializadas en su disposición. De manera complementaria, se tiene que los biosólidos pueden ser dispuestos en un relleno sanitario debido a que contienen diversos contaminantes, no obstante, presentan un alto potencial de aprovechamiento ya que pueden contener sustancias o propiedades atractivas para su explotación (Mohajerani et al., 2019; Sharma, Sarkar, Singh, & Singh, 2017). En este sentido, el biosólido se puede definir como “producto obtenido del tratamiento de lodos que contiene bajas cantidades de materia orgánica, patógenos y humedad

(con respecto al lodo crudo) y que presenta cualidades y propiedades atractivas para ser aprovechado teniendo en cuenta que pueden presentar contaminantes de interés” (Salazar-Espitia, 2018, p. 23).

Figura 1. Esquema de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).



Fuente: Salazar-Espitia (2018).

De este modo, para determinar el tipo de aprovechamiento o disposición de los biosólidos es necesario identificar su clasificación, la cual se realiza según su nivel de toxicidad, riesgo biológico y contenido de materia seca, principalmente (Andreoli, Sperling, & Fernandes, 2007). La toxicidad se mide por medio de la presencia de metales pesados y otras sustancias como contaminantes emergentes, herbicidas, compuestos orgánicos, entre otros; el riesgo biológico se mide a través de la presencia de microorganismos patógenos y virus, finalmente, el contenido de materia seca se evalúa a partir de los sólidos presentes. Cabe resaltar que, dependiendo del tipo de aprovechamiento o disposición seleccionado, es necesario caracterizar otro tipo de sustancias o contaminantes para validar su aplicación.

De acuerdo con esto, en el presente proyecto se realizará el muestreo, caracterización y clasificación del biosólido según lo indicado en el Decreto 1287 del 2014 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (Minvivienda), 2014) con el fin de verificar su posibilidad de aplicación como insumo en materiales de construcción, asimismo, se desarrollarán mezclas entre arcilla y biosólido con el fin de diseñar un prototipo de ladrillo al cual se le evaluará su calidad final según la NTC 4205-1 (ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones, 2009a), NTC 4205-2 (ICONTEC, 2009b) y NTC 4017 (ICONTEC, 2018) con el propósito de generar un aprovechamiento sostenible del biosólido, propender a la correcta gestión de residuos sólidos y generar investigación aplicada al proceso productivo de la

empresa CASAGRES, la cual es productora de ladrillos.

2. Problema

Las aguas residuales contienen contaminantes resultado de actividades antrópicas, estas pueden ser de origen agrícola, industrial, doméstica, comercial, entre otras. Se ha demostrado que, a nivel mundial, el 20% de las aguas residuales tratados, donde en Colombia se trata el 24,9% (referentes a 0,597 km³ de 2,395 km³ de agua residual en el 2010) lo que es referente a países poco desarrollados o en vía de desarrollo (Sato, Qadir, Yamamoto, Endo, & Zahoor, 2013; UN-Water, 2019). Debido a esta baja cobertura de saneamiento hídrico, MinVivienda (2014) generó en el 2007 el programa de Saneamiento de Vertimientos en donde se busca recuperar la calidad del agua de las 10 cuencas más contaminadas de Colombia por medio de la implementación de numerosas PTAR. Este aumento en la cobertura de saneamiento hídrico será proporcional con la producción de biosólidos y los costos de operación ya que este material puede representar entre el 1% y 2% del caudal aguas residuales y su manejo y disposición tiende a ser del 40 al 60% del costo operacional de la planta (Andreoli et al., 2007; Riffat, 2013).

En caso de que el biosólido sea considerado como un residuo y no como un recurso, se estaría contribuyendo a la incorrecta gestión de residuos sólidos en Colombia, ya que de 810.000 toneladas generadas de basuras mensuales, únicamente el 17% es reciclado o aprovechado. Del mismo modo, se estaría aportando a la generación de emergencia sanitaria en Colombia, puesto que se estima que 321 rellenos sanitarios del país cumplirán su vida útil en los próximos 5 años (CORPOCALDAS, 2018).

3. Metodología

Los análisis para la caracterización de los biosólidos se realizaron en laboratorio de plantas, laboratorio de aguas y laboratorio de fluorescencia de rayos X de la Universidad Nacional de Colombia (UN-Manizales, UN-Manizales y UN-Bogotá¹, respectivamente) y laboratorio de ciencias del Centro para la Formación Cafetera del SENA regional Caldas. Los parámetros evaluados, su importancia y las técnicas respectivas son:

- ✓ Granulometría: permite asociar el tamaño de las partículas de la materia prima con el tipo de material predominante de la siguiente manera: grava (>2,36 mm), arenas (0,075 – 2,36 mm), limos (0,002 – 0,075 mm) y arcilla (<0,002 mm) por técnicas de tamizado en seco e hidrometría los cuales se realizaron en UN-Manizales y CASAGRES de acuerdo a la ASTM D42-63. De acuerdo con este resultado es posible determinar el punto del proceso productivo de ladrillos al que se debe adicionar los biosólidos y las mezclas óptimas a realizar entre la pasta arcillosa y los biosólidos para cumplir con los requisitos de los tamaños de partículas necesarios para desarrollar la pasta cerámica.
- ✓ Composición fisicoquímica: por medio de la técnica de fluorescencia de rayos X en UN- Bogotá (a través de la Universidad Católica de Manizales - UCM) fue

¹El análisis en la UN-Bogotá fue patrocinado por la Universidad Católica de Manizales (UCM), como apoyo al proyecto.

posible identificar cualquier material (en su composición elemental) que se encuentre en una concentración superior a 100 ppm o 0,1% con lo que se busca identificar los óxidos, metales pesados, nutrientes, contaminantes, entre otros, sin embargo, no identifica los materiales más livianos como hidrógeno, oxígeno, carbono, litio, berilio, boro, nitrógeno y elementos transuránicos. Para este ensayo se empleó un espectrómetro de fluorescencia de rayos X, MagixPro PW – 2440 Philips equipado con tubo de Rodio con potencia máxima de 4 kW.

Por otro lado, en la UN-Manizales se realizó la granulometría con base en la norma ASTM D422, sólidos totales y sólidos volátiles por medio del método SM 2540 G, análisis próximo (humedad, materia volátil, cenizas y carbono fijo) por medio de la ASTM E871-82, E87-8, E1755-01 y E870-8. De igual manera, se realizó el análisis de poder calorífico superior (HHV) por medio de la técnica calorimétrica, la cual constaba de un baño de inmersión en el equipo SDACM3100 *Bomb Calorimeter* con una presurización de la muestra con oxígeno a 3 MPa y temperaturas de operación entre 24°C y 42°C.

Finalmente, en el SENA regional Caldas se realizó sólidos totales y sólidos volátiles por medio del método SM 2540 G, análisis próximo por medio de la ASTM E871-82, E87-8, E1755-01 y E870-8, grasas por el método Soxhlet y carbono orgánico total oxidable por medio de la NTC 5167, versión 2011.

- ✓ Microbiológicos: por medio del SENA regional Caldas se realizó Coliformes fecales y *Salmonella sp.* por la técnica de siembra en fondo en Agar Brillante y Salmonella Shigella. Cabe resaltar algunos parámetros se obtienen por diferencia como se observa en la Ecuación 1, Ecuación 2 y Ecuación 3. Estos parámetros son Humedad, Sólidos fijos y Carbono fijo, respectivamente.

Ecuación 1. Relación entre sólidos totales (ST) y humedad.

$$ST + Humedad = 100\%$$

Ecuación 2. Fracción de sólidos volátiles (SV) y sólidos fijos (SF) en la materia seca.

$$SV + SF = 100\%$$

Ecuación 3. Análisis próximo

$$Humedad + materia volátil + cenizas + carbono fijo = 100\%$$

Inicialmente le biosólido deberá secarse hasta obtener una humedad menor al 10%. Esto se realizará por medio de secado al ambiente y en un horno a 105°C hasta obtener la humedad deseada. Una vez identificada la granulometría de los biosólidos, se procederá a realizar su clasificación con respecto a los tamaños de partículas o textura, lo que se identifica en la Figura 2. En caso de presentar gravas (ver Tabla 1), estas se deberán eliminar por medio de procesos de molienda o por tamizaje. Mientras más fina sea la materia prima, más alto es el porcentaje de humedad de moldeo y contracción de secado, al igual que la resistencia mecánica del producto final. Conocer la granulometría del biosólido resulta importante en la elaboración de materiales cerámicos debido a que a partir de esta se toman decisiones sobre el punto del

proceso productivo al que se pueden agregar los biosólidos y las mezclas que se pueden desarrollar (Salazar-Espitia, 2019).

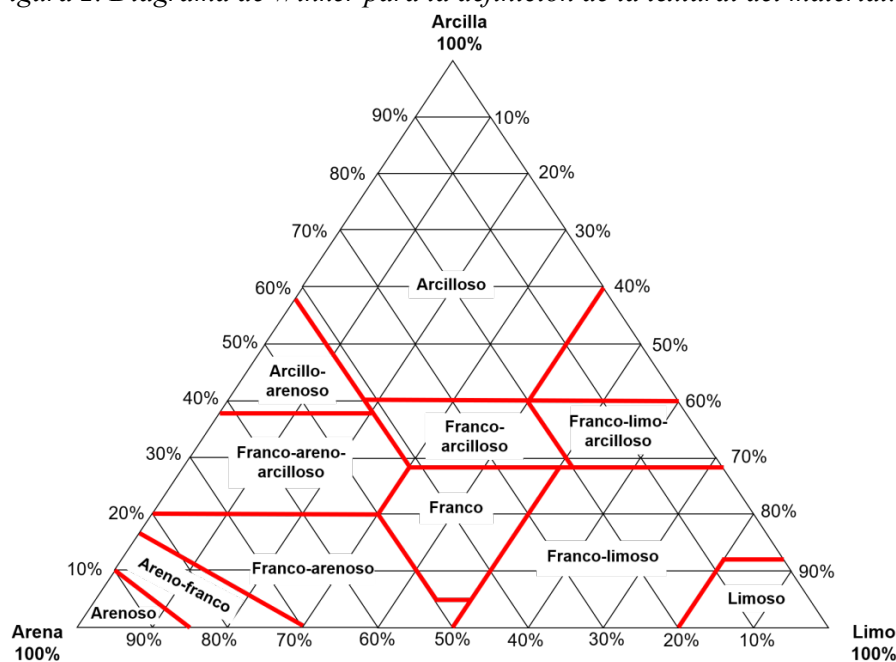
Tabla 1. Tamaños de partículas según los sistemas de clasificación.

Propiedad	SUCS, Norma INVIAS.		Norma AASHTO.		Norma ASTM.	
	Tamaño mínimo	Tamaño máximo	Tamaño mínimo	Tamaño máximo	Tamaño mínimo	Tamaño máximo
Grava (mm)	4,760	75,000	2,000	75,000	4,760	75,000
Arena (mm)	0,075	4,760	0,075	2,000	0,075	4,760
Limos (mm)	0,002	0,075	0,005	0,075	0,005	0,075
Arcillas (mm)	-	0,002	-	0,005	-	0,005

Fuente: adaptado de Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2012) y Velasco (2006). **Nota:** SUCS: Sistema Único de Clasificación del Suelo. AASHTO: *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

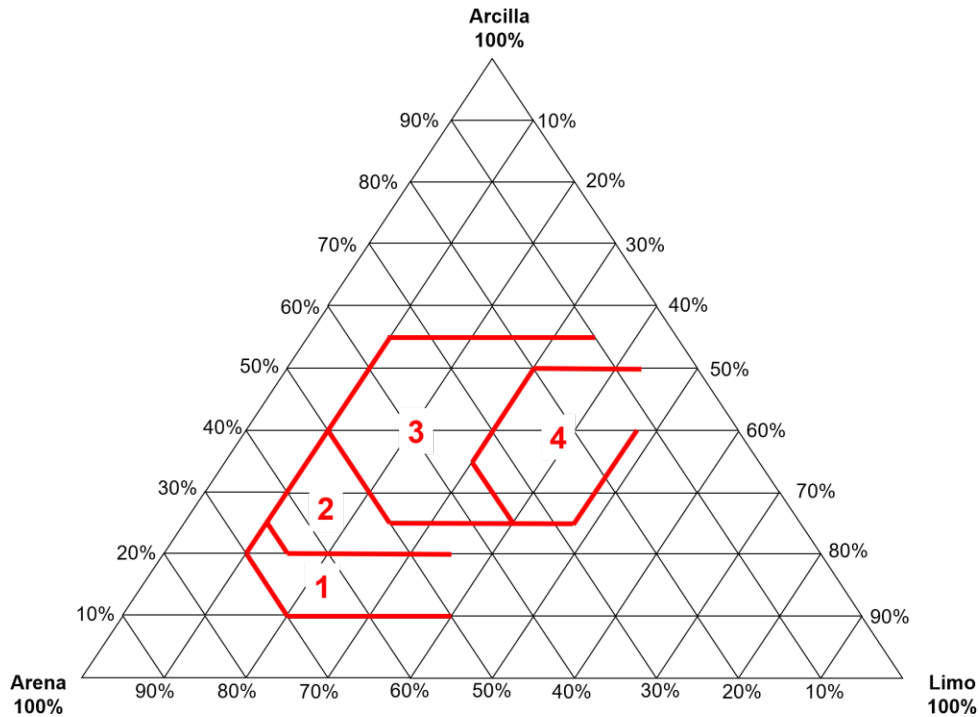
Al obtener las mezclas más adecuadas de los biosólidos y las demás materias primas, se deberá clasificar esta mezcla de acuerdo con la Figura 3 con el fin de definir el producto más viable. En caso de que la granulometría no haga referencia a productos viables, se realizarán balances de materia o se implementarán procesos de molienda o tamizaje para cumplir con los lineamientos establecidos (Salazar-Espitia, 2019). Es posible identificar en la Figura 2 que el tipo de materia prima arcillo-arenoso, franco-areno-arcilloso, franco-arcilloso y franco son los más aptos para la elaboración de estos materiales.

Figura 2. Diagrama de Winker para la definición de la textural del material.



Fuente: Salazar-Espitia (2019), García y León (2017).

Figura 3. Diagrama de Winker para la definición de productos viables.



Fuente: Salazar-Espitia (2019), García y León (2017). **Nota:** Los números hacen referencia a productos más viables, estos son: 1. Ladrillo común. 2. Ladrillos perforados. 3. Tejas y baldosas. 4. Bloques.

Para realizar las pruebas se usará como materia prima biosólidos molidos (Bio), a la cual se le redujo el tamaño de partícula por medio de un molino de cuchillas. El tamaño de partícula obtenido es menor a 1 mm.

Igualmente, se usan arcillas (Arc) y arenas (Are) como materia prima. Los productos a obtener se realizarán con base en las siguientes mezclas:

- Blanco 1 (B1): ladrillos hechos de 60% Arc y 40% Are.
- Mezcla 1 (M1): ladrillos hechos entre Bio y Arc, de acuerdo a las siguientes mezclas:

- ✓ M1.1: 95% Arc – 5% Bio.
- ✓ M1.2: 90% Arc – 10% Bio.
- ✓ M1.3: 85% Arc – 15% Bio.
- ✓ M1.4: 80% Arc – 20% Bio.

Las mezclas de las diferentes materias primas se realizan con base en el peso, como se indica en la Ecuación 4y Ecuación 5.

Ecuación 4. Balance de materia global para la pasta seca.

$$W_{Arc} + W_{Bio} = W_{PS}$$

Donde:

W_{Arc} : Peso de la arcilla (g).

W_{Bio} : Peso de los biosólidos (g).

W_{PS} : Peso de pasta seca - PS (g).

Ecuación 5. Proporción de biosólidos en pasta seca.

$$W_{Bio} = X_{Bio} * W_{PS}$$

Donde:

W_{Bio1} : Peso de los biosólidos (g).

X_{Bio1} : Proporción de biosólidos, en fracción decimal. Se evaluará entre 0% y 20%.

W_{PS} : Peso de pasta seca - PS (g).

Es necesario mencionar que la variable W_{PS} depende de la cantidad de pasta seca a elaborar, lo que a su vez se ve influenciado por la capacidad instalada para realizar probetas.

Como base de cálculo se tiene que para elaborar una (1) probeta de 10 cm de largo, 5 cm de ancho y 2 cm espesor se pueden requerir hasta 200 g de pasta seca (esto se ve afectado por las dimensiones de la probeta). De acuerdo con esto, se recomienda obtener cantidades de PS de acuerdo a la capacidad instalada para la elaboración de las probetas.

Una vez realizadas estas mezclas y obtenidas las pastas cerámicas, se procede a agregar agua para homogeneizar y moldear la pasta. Las humedades de moldeo propuestas son²:

- ✓ H2: 17% (Mohajerani et al., 2019).
- ✓ H3: 18% (Mohajerani et al., 2019).
- ✓ H4: 19% (Gómez, Camargo, & Mozo, 2015).
- ✓ H5: 20% (Mohajerani et al., 2019).

Es necesario mencionar que la humedad de moldeo es variable entre diferentes estudios y depende directamente de las materias primas y su naturaleza. Según esto, es necesario hallar la humedad de óptima de moldeo (HOM) antes de realizar las probetas. Para la obtención de HOM se seguirá el siguiente procedimiento:

1. Obtener humedad de Arc, Are y Bio.
2. Realizar el balance de materia de la PS como se observa en la Ecuación 4 y Ecuación 5.
3. Realizar el balance de materia del agua en la PS como se observa en la Ecuación 6. Esto con el fin de obtener la humedad de la PS previo a la adición de agua.

Ecuación 6. Balance de materia del agua en la pasta seca.

$$W_{Arc} * H_{Arc} + W_{Bio1} * H_{Bio1} = W_{PS} * H_{PS}$$

Donde:

W_{Arc} : Peso de la arcilla (g).

H_{Arc} : Humedad de la arcilla, en fracción decimal.

W_{Bio1} : Peso de los biosólidos (g).

² Se evaluarán humedades inferiores al 17% y superiores al 20% con el fin de evidenciar humedades que se ajusten a la mezcla arcilla-biosólidos y que permitan moldear la mezcla.

H_{Bio1} : Humedad de los biosólidos, en fracción decimal.

W_{PS} : Peso de pasta seca - PS (g).

H_{PS} : Humedad de PS, en fracción decimal.

La necesidad de hallar la humedad de PS radica en que la PS es la materia prima para la elaboración de la pasta húmeda – PH, es decir, es necesario agregar agua a la PS para obtener PH. En la Ecuación 7 y Ecuación 8 se puede observar el balance de materia general y específico para el agua para la obtención de PH, respectivamente.

Ecuación 7. Balance de materia global para la pasta húmeda.

$$W_{PS} + W_A = W_{PH}$$

Donde:

W_{PS} : Peso de pasta seca - PS (g).

W_A : Peso de agua a adicionar (g).

W_{PH} : Peso de pasta húmeda – PH (g).

Ecuación 8. Balance de materia del agua en la pasta húmeda.

$$W_{PS} * H_{PS} + W_A = W_{PH} * H_{PH}$$

Donde:

W_{PS} : Peso de pasta seca - PS (g).

H_{PS} : Humedad de PS, en fracción decimal.

W_A : Peso de agua a adicionar (g).

W_{PH} : Peso de pasta húmeda – PH (g).

H_{PH} : Humedad de PS, en fracción decimal. También conocida como humedad de moldeo.

Es posible observar que las variables W_A , W_{PH} y H_{PH} son incógnitas en la Ecuación 7 y Ecuación 8, ya que se desconoce la cantidad de agua a agregar, el peso final de PH y la humedad final de PH, sin embargo, esta última variable toma valores entre el 16% y 22% como lo indican Gómez et al. (2015) y Mohajerani et al. (2019). Según esto, al dar valores a la humedad de moldeo (H_{PH}), se obtiene un sistema de dos ecuaciones (Ecuación 7 y Ecuación 8) por dos incógnitas (W_A y W_{PH}), el cual se desarrolla para las diferentes humedades de moldeo.

De acuerdo con Mondragón y Padilla (2014), la humedad actúa como un agente ablandador de partículas, el cual produce un movimiento de deslizamiento entre las partículas lo que genera que estas se posicionen de manera más densa. El propósito de obtener diferentes humedades de moldeo es el de identificar la humedad óptima de moldeo - HOM, la cual permite obtener el ladrillo más denso, ya que por debajo de la HOM se presentan espacios vacíos dentro de la materia prima y por encima de esta, el agua ocupa los lugares de las partículas sólidas, disminuyendo su densidad o peso específico. La HOM se obtiene a partir de la máxima densidad calculada.

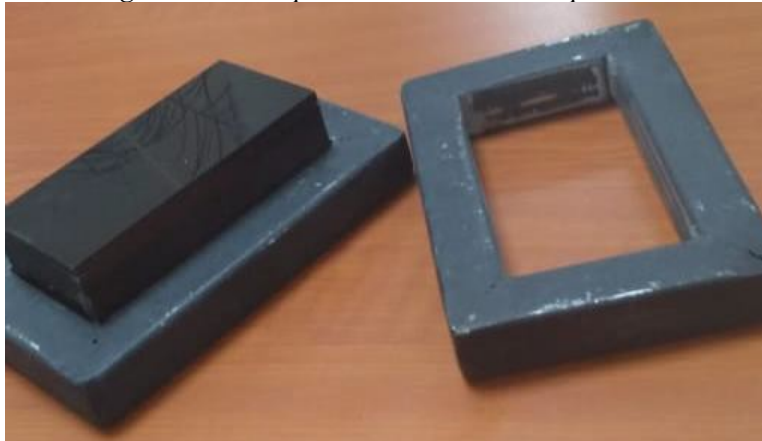
Los moldes se realizan con base en la NTC 296, la cual indica ladrillos modulares con 10 cm de largo y 5 cm de ancho. A partir de la PH se agregan proporciones de pasta al molde, el cual se observa en la Figura 4. El moldeo se realiza con la adición de ACPM como lubricante, este se aplica en pequeñas cantidades sobre los bordes del molde, en la superficie de moldeo y sobre la pasta cerámica. A medida que se agrega PH, se hace presión con las manos y con un martillo lo cual permite compactar la probeta. Finalmente, se usa una superficie lisa y que se ajuste a las medidas interiores del molde con el propósito extraer las probetas de la manera más

uniformemente posible.

Una vez extraídas las probetas, se deben secar hasta obtener una humedad del 0%, ya que el agua durante la calcinación puede generar grietas en la probeta. Las temperaturas de secado reportadas han sido:

- ✓ TS1: 105°C por 12 h (Gómez et al., 2015).
- ✓ TS2: 60°C por 24 h (Molina et al., 2017).
- ✓ TS3: 105°C por 24 h (Mohajerani et al., 2019).

Figura 4. Molde para la elaboración de probetas.



Fuente: imagen propia.

Una vez el material es secado, se lleva al proceso de calcinación, el cual se realiza en muflas a nivel laboratorio. Este proceso se desarrolla con base en las siguientes rampas, aunque debido a que se usan arcillas provenientes de la empresa TEJARES TERRACOTA DE COLOMBIA S.A., se propone usar R3.

- ✓ R1: 0,7°C/min (Mohajerani et al., 2019).
- ✓ R2: 5°C/min (Gómez et al., 2015).
- ✓ R3: 2,8°C/min (información primaria TEJARES TERRACOTA DE COLOMBIA S.A.).

El proceso de calcinación se puede desarrollar a temperaturas superiores de 900°C (Gómez et al., 2015; Mohajerani et al., 2019; Molina et al., 2017). En este sentido, se evalúan las siguientes temperaturas para identificar la influencia en la calidad final de las probetas. Se debe mencionar que TC2 ha sido la temperatura usada en TEJARES TERRACOTA DE COLOMBIA S.A.

- ✓ TC1: 950°C.
- ✓ TC2: 1050°C.

El proceso de calcinación usado en TEJARES TERRACOTA DE COLOMBIA S.A. dura 8 horas, donde las primeras 6 horas la temperatura aumenta a una tasa de 2,8°C por minuto hasta TC2 y las últimas 2 horas se mantiene a TC2. Finalmente, se dejan enfriar las probetas hasta temperatura ambiente (lo que puede tomar hasta 12 horas) y se procede a analizar la calidad de las probetas.

4. Resultados

Tabla 2. Caracterización granulométrica del biosólido y arcilla.

Parámetro	Tamizaje en seco		Hidrometría		Arcilla
	Base con gravas	Base sin gravas	Base con gravas	Base sin gravas	
Gravas (> 2mm)	50,0%	0,0%	50,0% *	0,0%	0%
Arenas (> 75 µm)	38,6%	77,1%	32,5%	65,0%	21,95%
Limos (> 2 µm)	11,5%	22,9%	1,3%	2,5%	18,03%
Arcillas (< 2 µm)			16,3%	32,5%	60,02%

Fuente: elaboración propia. Nota: * Dato obtenido de UN-Manizales para normalizar los datos con base en gravas.

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del biosólido generado en la PTAR de Victoria, Caldas.

Parámetro	SENA		UN-Manizales	
	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda
ST (%)	100,00%	20,97%	100,00%	20,00%
Humedad (%)	0,00%	79,03%	0,00%	80,00%
SV (%)	47,30%	9,92%	47,50%	9,50%
SF (%)	52,70%	11,05%	52,50%	10,50%
Cenizas (%)	48,91%	10,54%	50,12%	10,02%
Materia volátil (%)	50,26%	10,54%	47,92%	9,58%
Carbono fijo (%)	0,83%	0,17%	1,96%	0,39%
PCS experimental (MJ/kg)	N.R.	N.R.	9,85	N.R.
PCS teórico (MJ/kg)	8,44	N.R.	8,18	N.R.
COT oxidable (%)	14,60%	3,06%	13,80%	2,76%
Grasas (%)	5,29%	1,11%	N.R.	N.R.
Coliformes fecales (UFC/g)	N.A.	1,32E+03	N.R.	N.R.
Salmonella (UFC/ 25 g)	N.A.	7,56E+02	N.R.	N.R.

Fuente: elaboración propia. Nota: ST: sólidos totales. SV: sólidos volátiles. SF: sólidos fijos. PCS: poder calorífico superior. COTx: carbono orgánico total oxidable. UFC: Unidades Formadoras de Colonia.

N.R.: No reportado.

Tabla 4. Caracterización por fluorescencia de rayos X del biosólido generado en la PTAR de Victoria, Caldas.

Elemento	Valor elemental	Valor como óxido
Si	20,28%	43,80%
Al	5,38%	18,31%
Fe	9,02%	12,88%
Elemento	Valor elemental	Valor como óxido
P	2,75%	6,32%
S	2,40%	5,99%
Ca	3,73%	5,22%

K	1,75%	2,10%
Mg	0,96%	1,59%
Ti	0,85%	1,42%
Na	0,84%	1,01%
Cl	0,32%	-
Mn	0,31%	-
Zn	0,27%	-
Ba	0,21%	-
Zr	0,06%	-
Sr	0,05%	-
Cr	0,03%	-
V	0,03%	-
Br	0,02%	-
Co	0,02%	-
Ni	0,02%	-
Pb	0,02%	-
Rb	0,01%	-

Fuente: elaboración propia. **Nota:** El valor como óxido se obtiene al realizar las relaciones estequiométricas asumiendo únicamente la valencia de cada elemento como su respectivo óxido.

Tabla 5. Comparación de estudios similares que han empleado los biosólidos como insumo en materiales de construcción.

Composición elemental	Gómez, Camargo y Mozo (2015) Molina, León y Mendoza (2017) Bartolo et al. (2019)			Presente estudio
Silicio (%)	8,65%	25,97%	19,06% 21,72% 27,52%	20,28%
Aluminio (%)	4,35%	3,30%	3,88% 4,67% 5,17%	5,38%
Hierro (%)	6,33%	4,44%	4,91% 6,02% 6,71%	9,02%
Calcio (%)	2,81%	2,18%	7,36% 5,50% 1,75%	3,73%
Potasio (%)	0,92%	3,26%	1,43% 2,35% 0,76%	1,75%

Fuente: Salazar-Espitia (2019) elaboración propia.

Tabla 6. Resultados balances de materia en pasta seca (PS) y húmeda (PH).

Proporción de biosólidos (%)	Cantidad de biosólidos en PS (g)	Cantidad de agua a agregar (g)	Peso final pasta húmeda - PH (g)
0%	0	124,6	724,6
5%	30	120,2	720,2
10%	60	115,8	715,8
15%	90	111,3	711,3
20%	120	106,9	706,9

Fuente: elaboración propia. **Nota:** se tomaron 600 g de pasta seca para realizar el balance de materia.

5. Análisis

Con respecto a la granulometría (Tabla 2), en el tamizaje en seco se obtuvo que las gravas (partículas con un tamaño superior a 2 mm) y arenas (partículas con un tamaño superior a 75 μm) representan el 50% y 38,55% de la muestra seca, respectivamente, por lo que los limos y arcillas constituyen en conjunto al 11,45%. Debido al método utilizado, no fue posible diferenciar entre estos dos últimos parámetros ya que la máxima diferenciación del método es para partículas con tamaño superior a 38 μm (las arcillas son menores a 2 μm). En complemento con esto, se realizó la prueba de hidrometría la cual permitió clasificar las partículas menores a 2 mm (es decir, en ausencia de gravas). De acuerdo con esto, se obtuvo que las arenas, limos y arcillas representan 32,5%; 16,3% y 1,2%; respectivamente. Estos resultados se resumen en la Tabla 2. Según este resultado y por medio del triángulo textural (ver Figura 2), el biosólido se puede clasificar como un suelo franco areno-arcilloso.

La caracterización fisicoquímica y microbiológica se observa en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5. En esta es posible evidenciar que los biosólidos presentan un alto contenido de humedad a pesar de ser generados de lechos de secado, lo cual se debe a que los biosólidos habían permanecido 15 días antes de la toma de muestra. Según información primaria de Empocaldas S.A. E.S.P. (empresa encargada de la PTAR de Victoria, Caldas), los biosólidos suelen permanecer hasta 60 días en los lechos de secado en donde se obtienen humedades superiores al 50%-60%. La humedad de los biosólidos influye directamente en la capacidad de aprovechamiento del biosólido como insumo en materiales de construcción ya que en el proceso productivo es necesario realizar una molienda la cual se debe realizar a humedades máximas del 16%.

De acuerdo a los datos reportados de Zn, Cr, Ni, Pb (Tabla 4) Coliformes fecales y *Salmonella sp.* (Tabla 3), el biosólido se clasifica como tipo B según el Decreto 1287 del 2014, lo cual lo hace apto para ser usado como insumo en materiales de construcción. No obstante, el riesgo biológico debe ser reducido debido a que el proceso desarrollado en CASAGRES y a que la caracterización y aprovechamiento de este material es manual por lo que existen peligros hacia los empleados y personal de laboratorio por contaminación biológica.

Por otro lado, el contenido de SF y cenizas hacen referencia a la materia inorgánica del biosólido, mientras que los SV y materia volátil son indicativos de la materia orgánica. Este último parámetro es usado para determinar la estabilización del biosólido, el cual no cumple con el control de la capacidad de fermentación, atracción de vectores y patógenos indicado en el Anexo 1 del Decreto 1287 del 2014, el cual indica que el contenido de SV en el biosólido debe ser máximo del 38% (en base seca) para ser considerado como estabilizado. A pesar de este incumplimiento en la norma, se debe resaltar que un alto contenido de materia orgánica en el biosólido puede significar un beneficio en la calcinación del biosólido ya que esto incrementa su poder calorífico, significando un ahorro energético durante este proceso. El poder calorífico superior (PCS) experimental indicado en la Tabla 3 se encuentra dentro de los valores esperados (Mohajerani et al., 2019; Wiechmann et al., 2013) los cuales pueden significar un ahorro energético durante el proceso de fabricación del material cerámico.

La composición obtenida en la Tabla 4, específicamente de silicio, aluminio, hierro, calcio y potasio permite identificar que los biosólidos pueden ser útiles para el uso de materiales de construcción ya que al comparar con otros estudios similares (Tabla 5), los biosólidos se encuentran con valores importantes de óxidos para generar productos que cumplan con la normatividad colombiana de materiales de construcción. Otra propiedad

importante que se debe resaltar es el contenido de azufre, ya que este es un contaminante durante la calcinación el cual genera gases SOx.

Durante la elaboración del prototipo se evaluaron mezclas del 5%, 10%, 15% y 20%, en donde se obtuvo que la humedad óptima de moldeo fue del 18,5%. Se tomaron 600 g de pasta seca, cuyas proporciones de biosólidos y cantidades de agua agregadas se observan en la Tabla 6. Posteriormente se procedió a homogeneizar los biosólidos, arcillas y agua con el fin de desarrollar las probetas verdes³, estas fueron llevadas a un proceso de secado en un horno a 105°C hasta peso constante. En la etapa final de elaboración, las probetas verdes se llevaron a calcinación, la cual se realizó a TC2, es decir, 1050°C en una mufla. Las probetas obtenidas se observan en la Figura 5.

Figura 5. Visualización de material cerámico obtenido.



Fuente: elaboración propia.

Actualmente, se encuentra en desarrollo la evaluación de la calidad de los materiales cerámicos obtenidos, en donde se obtendrá la resistencia mecánica, absorción de agua, conductividad térmica, pérdidas por calcinación, deflexión, compresión, entre otros.

6. Conclusiones

- ✓ Es crucial conocer a un gran nivel de detalle el proceso productivo de la empresa CASAGRES con el fin de obtener los requerimientos del biosólido para ser usado como insumo en materiales de construcción de acuerdo al Decreto 1287 del 2014.
- ✓ El contenido de humedad y la concentración de coliformes fecales y *Salmonella*

³ Probeta verde hace referencia al material cerámico previo a la calcinación. Probeta gris indica el material cerámico calcinado.

sp. indican que es necesario implementar pretratamientos al biosólido para que puedan ser incorporados en el proceso productivo de CASAGRES o como insumo en otro proceso de elaboración de materiales cerámicos.

- ✓ El trabajo interinstitucional ha permitido identificar falencias y aciertos de los diferentes laboratorios involucrados, permitiendo la mejora continua y la retroalimentación desde la experticia de los diferentes profesionales y estudiantes asociados.
- ✓ El contenido de metales pesados y patógenos permite clasificar el biosólido como tipo B de acuerdo al Decreto 1287 del 2014, lo que indica que es viable usarlo como insumo en materiales de construcción.
- ✓ La composición granulométrica de los biosólidos indica que es un material que puede ser usado como insumo en materiales de construcción, siempre y cuando, sea mezclado con arcillas en proporciones que permitan clasificarlo dentro de suelos franco-arcillosos, suelos francos o franco-areno-arcillosos.
- ✓ El valor de los sólidos volátiles y la materia volátil hacen referencia a un biosólido no estabilizado, el cual incumple el Decreto 1287 del 2014, sin embargo, este incumplimiento puede ser beneficioso para el proceso de calcinación ya que puede significar un ahorro energético como se comprobó con el valor obtenido del poder calorífico.7

7. Referencias

- Andreoli, C. V., Sperling, M. von, & Fernandes, F. (2007). *Biological Wastewater Treatment Series Vol.6: Sludge Treatment and Disposal*. New Delhi, India: IWA Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-705-4.00021-6>
- CORPOCALDAS. (2018). Qué son los residuos y cómo clasificarlos. Retrieved July 8, 2018, from <https://www.youtube.com/watch?v=oUIMqELKLGU>
- García, R. A. L., & León, B. R. (2017). Caracterización hidrométrica de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos cerámicos en Ocaña, Norte de Santander. *INGE CUC*, 13(1), 53–60. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.13.1.2017.05>
- Gómez, A., Camargo, G., & Mozo, W. (2015). Efecto de la adición de biosólido (seco) a una pasta cerámica sobre la resistencia mecánica de ladrillos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 61–78. <https://doi.org/10.22395/riium.v14n27a4>
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. GESTION AMBIENTAL. CALIDAD DE AGUA. MUESTREO. PARTE 13. GUIA PARA EL MUESTREO DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS., Pub. L. No. NTC-ISO 5667-13:, 23 (1998).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. NTC 4205-1: UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA. LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS. PARTE 1: MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL. (2009).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. NTC 4205-2: UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA. LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS. PARTE 2: MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL. (2009).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. NTC 4017: MÉTODOS PARA MUESTREO Y ENSAYOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA Y OTROS PRODUCTOS DE ARCILLA (2018). Colombia.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2012). *NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS*. Bogotá D.C., Colombia.
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (Minvivienda). Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, Pub. L. No. Decreto

- 1287 de 2014, 15 (2014). Colombia. Retrieved from [http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2014/Documents/JULIO/10/DECRETO 1287 DEL 10 DE JULIO DE 2014.pdf](http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2014/Documents/JULIO/10/DECRETO_1287_DEL_10_DE_JULIO_DE_2014.pdf)
- MinVivienda. (2014). Portal Minvivienda Saneamiento para Vertimientos - SAVER. Retrieved February 1, 2019, from http://www.minvivienda.gov.co/Paginas/Viceministerios/Viceministerio_Agua/Saneamiento-para-Vertimientos---SAVER.aspx
- Mohajerani, A., Ukwatta, A., Jeffrey-bailey, T., Swaney, M., Ahmed, M., Rodwell, G., ... Setunge, S. (2019). A Proposal for Recycling the World ' s Unused Stockpiles of Treated Wastewater Sludge (Biosolids) in Fired- Clay Bricks. *Buildings*, 9(14), 1–22. <https://doi.org/10.3390/buildings9010014>
- Molina, N. F., León, S. A. I., & Mendoza, J. G. A. (2017). Biosólidos de tratamiento de aguas residuales domésticas, como adiciones en la elaboración de ladrillos cerámicos. *Producción + Limpia*, 12(2), 92–102. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a8>
- Mondragón, R. H. L., & Padilla, A. M. G. (2014). Influencia de la humedad de compactación en el comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos, 6781, 9–21.
- Riffat, R. (2013). *Fundamentals of wastewater treatment and engineering*. (Taylor & Francis Group, Ed.). Londres: ,CRC Press.
- Salazar-Espitia, J. D. (2018). *Propuesta de tesis: Guía metodológica para el manejo y aprovechamiento de biosólidos en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Salazar-Espitia, J. D. (2019). *Guía metodológica para el manejo y aprovechamiento de biosólidos en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.
- Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., & Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, 130, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007>
- Sharma, B., Sarkar, A., Singh, P., & Singh, R. P. (2017). Agricultural utilization of biosolids: A review on potential effects on soil and plant grown. *Waste Management*, 64, 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.03.002>
- United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *General Assembly Resolution 70/1, 25 September 2015, 16301*, 1–40. Retrieved from http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.pdf
- United Nations Water - UN-Water. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. París.
- Velasco, L. G. C. (2006). Clasificación de los suelos. In *Mecánica de Suelos I* (pp. 1–56). Cauca: Universidad del Cauca.
- Wiechmann, B., Dienemann, C., Kabbe, C., Brandt, S., Vogel, I., & Roskosch, A. (2013). *Sewage Sludge Management*. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/cdlodos/pdf/wastewatersludge117.pdf>

VRISSA – Vivienda Regional integral, Social, Sostenible y Amigable

Ana Carolina Cárdenas Sánchez

Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro de la Construcción Regional Valle, Colombia
ancardenas@sena.edu.co

Andrés Fernando Cuenca Bedoya

Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro de la Construcción Regional Valle, Colombia
acuencab@sena.edu.co

Luis Fernando Rodríguez Lozano

Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro de la Construcción Regional Valle, Colombia
lfrodriguezl@sena.edu.co

Resumen

El objetivo de la ponencia es mostrar los avances realizados en materia de vivienda sostenible en la ejecución del proyecto VRISSA (Vivienda Regional Integral, Social, Sostenible y Amigable), como desarrollo del SENA en el marco de la competencia internacional SOLAR DECATHLON en sus dos versiones para Latinoamérica y el Caribe, que han tenido sede en la ciudad de Cali, Colombia, en los años 2015 y 2019.

El SOLAR DECATHLON es la competencia académica más importante del mundo en el tema de vivienda sostenible alimentada con energía solar, este evento promovido desde el año 2002 por el departamento de energía de los estados unidos y el laboratorio de energías renovables en la ciudad de Washington, convoca a las mejores instituciones de formación superior a desarrollar prototipos que se construyen en un campus durante 10 días y se exhiben al público en una smartcity temporal. Este ha sido un proyecto de mucha relevancia dado que busca desarrollar viviendas sostenibles para las comunidades menos favorecidas, integrando aspectos técnicos, económicos, sociales, culturales y ambientales que hagan de la vivienda un lugar digno de ser habitado.

Desde el punto de vista de la generación y convergencia de conocimiento ha sido una experiencia muy importante, ya que en sus diversas fases de desarrollo ha articulado centros de formación del país en aspectos relacionados con las pruebas de la competencia, para lo cual se han involucrado aprendices, instructores, empresas y expertos asesores en las áreas del conocimiento asociado a la construcción, la energía, la automatización, la electrónica, lo ambiental y temas como la metrología, el marketing y las comunicaciones.

Cabe resaltar, que el equipo SENA ganó 2 de las 10 categorías del concurso en la versión 2015, asunto que ha permitido desarrollar nueva oferta de formación, emprendimientos de varios aprendices vinculados al proyecto y una nueva oferta de servicios tecnológicos asociados a la construcción sostenible.

Palabras clave

Sostenibilidad, agua potable, saneamiento, energía asequible, ciudades sostenibles.

1. Introducción / Problema

Desde que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron puestos en marcha en el año 2015 se han adoptado medidas que permitan implementar acciones para reducir la pobreza, proteger el planeta, mejorar la vida de manera sostenible y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. El desarrollo del proyecto VRISSA se ha enmarcado dentro de los 17 ODS, basándose principalmente en los ODS 6, 7 y 11 (PNUD, 2019).

Dentro del Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, el proyecto VRISSA ha establecido conceptos de aprovechamiento de aguas lluvias, aguas grises, tratamiento de aguas negras y reducción de consumo de agua potable, dentro de la casa SENA, que permitan el acceso al agua potable y al saneamiento básico de la población aportando al logro de dicho objetivo (PNUD, 2019).

Al respecto de la Energía, uno de los objetivos de la competencia Solar Decathlon es promover la generación de propuestas que permitan diseñar y construir viviendas de bajo costo que combinan la arquitectura, la construcción, el uso de electrodomésticos eficientes y la producción de energía renovable in situ, que puedan ser replicadas y construidas en lugares donde existan necesidades de vivienda y electricidad. Estas propuestas buscan ayudar a alcanzar el Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, el cual busca garantizar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos para el año 2030.

A nivel de energía, proponemos el uso de:

- a) Domótica: automatiza elementos eléctricos en la vivienda.
- b) Eficiencia energética: Usos de elementos activos y pasivos que disminuyen el consumo eléctrico.
- c) Gestión de la energía: Sistema que monitorea los hábitos de consumo energético e interactúa con el usuario con el fin de crear una cultura de ahorro.

Para el desarrollo de la casa SENA se tienen en cuenta los siguientes aspectos; Arquitectura, Ingeniería y construcción, Eficiencia energética, Consumo energético, Confort, Sostenibilidad, Funcionamiento, Comunicaciones y marketing, Diseño urbano y factibilidad, Innovación, los cuales son evaluados por esta competencia en las propuestas de vivienda presentadas.

Aspectos que se enmarcan en el concepto de construcción sostenible: “Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación” (MINVIVIENDA, 2015).

El problema abordado entonces por este equipo es el de; “Desarrollar un prototipo de vivienda Social de densidad media, con parámetros de sostenibilidad y con el uso de Energías alternativas”.

2. Metodología

Para el desarrollo del proyecto VRISSA, el equipo ha formulado una propuesta de diseño a partir de la identificación de 6 elementos conceptuales como plataforma de construcción de la propuesta a saber:

2.1. Principio Gestor

En este elemento se define el objetivo principal del proyecto, se establecen las ideas principales de cada uno de los principios gestores con los que se trabajaran en el proyecto, como lo es basura cero, balance cero, desperdicio cero, entre otros.

2.2. Estrategias

En este elemento se definen las estrategias tecnológicas, metodológicas, constructivas, ambientales, etc., que permitirán la ejecución del proyecto de una manera eficaz y eficiente.

2.3. Estado del Arte Local y Global

En este elemento se realiza la vigilancia tecnológica de cada uno de los conceptos introducidos por el equipo ejecutor en el desarrollo de la casa SENA, ya que es de vital importancia conocer el estado general de cada uno de dichos conceptos.

2.4. Propuesta Técnica

En este elemento se describe el proyecto a nivel de productos, se establecen los diseños tecnológicos a implementar en la casa SENA a nivel de descripción técnica de equipos y aparatos, procesos, métodos, descripción gráfica mediante planos, memorias de diseño, entre otros que son requeridos para el logro del proyecto.

2.5. Elementos de innovación

Dado que el concurso Solara Decathlon es un concurso de innovación, en este elemento se realiza la búsqueda de los tipos de innovación que permita identificar cuales de ellos están más acordes a lo planteado para la casa SENA.

2.6. Indicadores

Con la definición de los indicadores de sostenibilidad, tanto cualitativos como cuantitativos, de cada uno de los principios gestores establecidos para la casa SENA, se tendrá la validación de la propuesta y se podrá establecer en que aspectos es efectiva y en cuales es susceptible a mejoras.

3. Desarrollo

3.1. Componente Gestión del Agua:

3.1.1. Principio gestor manejo sostenible del agua

Colombia es un país altamente vulnerable, dado que gran parte de su población se encuentra asentada en las zonas altas de las cordilleras, donde según los escenarios se prevén

escasez hídrica e inestabilidad de los suelos, esto puede generar sequias y deslizamientos. Por otra parte, en las zonas costeras las inundaciones o el ascenso del nivel del mar pueden afectar las actividades económicas y los asentamientos humanos. (UNGRD, 2010). En la última década se han venido presentando frecuentemente eventos de desastres asociados con el clima, los cuales causan pérdidas de vidas y daños a la infraestructura. Las propuestas planteadas en el proyecto VRISSA para la casa SENA en lo que respecta al manejo del agua, permiten la adaptación al cambio climático en nuestra región.

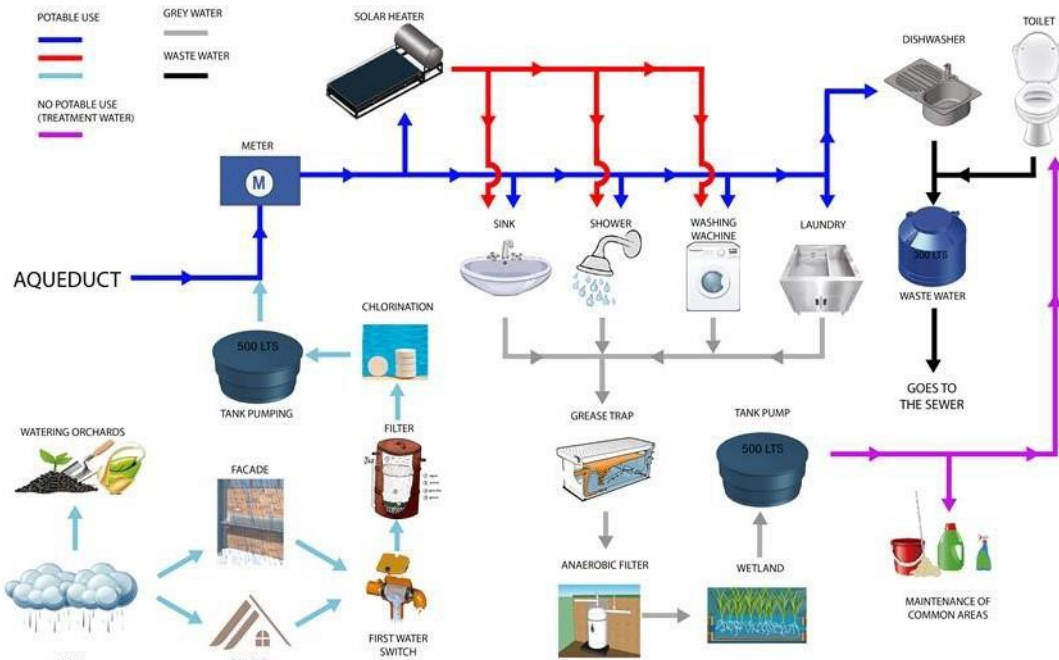
Con lo anterior desde el proyecto VRISSA se busca aportar al mejoramiento de las condiciones de vida, de salud y saneamiento básico para la población de bajos recursos, brindándoles no solo un hogar adecuado sino también aportarles en la generación de nuevas perspectivas sobre el cuidado y uso adecuado de los recursos naturales, a través de la educación y la materialización de las estrategias en materia de planificación y gestión del medio ambiente urbano.

Una de las líneas estratégicas de adaptación al cambio climático es la mejora en la utilización del territorio para reducir la vulnerabilidad, logrando mayor equilibrio en los procesos de desarrollo urbano y rural. La promoción y realización de proyectos de urbanización que incorporen criterios de manejo sostenible del agua tales como reciclaje de agua gris, sistemas urbanos de drenaje sostenibles SUDS, aprovechamiento de agua lluvia, optimización de consumos y cultura por el agua, entre otros, contribuyen a la disminución de los impactos al medio ambiente, optimización en el aprovechamiento de los recursos hídricos y desarrollo sostenible de nuestras comunidades, gestionando sus riesgos (Magrin, 2015).

Es por lo anterior que, para el manejo sostenible del agua, en el marco de vivienda urbana, se proponen estrategias de adaptación al cambio climático, basadas en tecnologías e infraestructura, tendientes a garantizar las metas establecidas para el cumplimiento del objetivo 6 de los ODS, el cual pretende que todas las comunidades tengan un acceso equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos, acceso a servicio de saneamiento e higiene adecuados para poner fin a la defecación al aire libre, mejorar la contaminación del agua reduciendo las aguas residuales sin tratar y promoviendo el reciclaje y reutilización de aguas residuales sin riesgos a nivel mundial, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles protegiendo además los ecosistemas relacionados con el agua y fortaleciendo la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

A continuación, en la Figura 1, se muestra el esquema de la gestión del agua dentro de la casa SENA.

Figura 1. Manejo del agua – Casa SENA



Fuente: Elaboración equipo VRISSA

3.2. Componente Gestión de la Energía;

Desde el componente de gestión de la energía, el consumo de energía eléctrica en la vivienda depende principalmente de: La ubicación geográfica, las características constructivas, la dinámica de uso de la vivienda y la tecnología de climatización.

La ubicación geográfica está directamente relacionada con la temperatura ambiente y la radiación solar durante todo el año. Es importante porque permite dimensionar adecuadamente el sistema de generación fotovoltaico, su correcta colocación en la cubierta y el tamaño adecuado que sopesa las pérdidas por temperatura.

Las características constructivas incluyen las dimensiones, la orientación y los materiales constructivos, esenciales para calcular la carga térmica de climatización. La dinámica de uso determina el gasto energético, por tanto, el uso de electrodomésticos eficientes es una necesidad. La tecnología de climatización utilizada para cumplir con los requisitos de confort térmico define cuanta energía se convierte en energía útil.

3.3. Consideraciones de diseño del sistema fotovoltaico

Aunque la competencia se realizará en la ciudad de Santiago de Cali, en el diseño del sistema se tienen en cuenta otras variables importantes que pueden incidir en gran medida en su éxito en una futura implementación real de solución de vivienda en el municipio de Buenaventura. En una comunidad alejada y de difícil acceso, es indispensable minimizar el costo de mantenimiento, maximizar la producción de energía y disminuir puntos centrales de falla.

La temperatura máxima promedio de buenaventura en el día es de 31°C y la humedad relativa es de 89%, estas condiciones climáticas son hostiles para inversores centrales que requieren enfriamiento por transferencia de calor forzada, a diferencia de los micros inversores que poseen protección a la intemperie y no requieren enfriamiento forzado. Adicionalmente, al no existir un punto central de falla en un sistema que los usa, cualquier desperfecto en su funcionamiento puede ser mitigado económicamente con tan sólo remplazar el micro inversor afectado. Esta consideración sumada a la posibilidad de realizar un monitoreo a nivel individual de la generación de cada panel, hacen de esta opción una buena alternativa.

3.4. Sistema domótico

Hoy en día existen múltiples dispositivos, sistemas y tecnologías que se encargan de la automatización del hogar. Aunque estas tecnologías se encuentran en un estado bastante avanzado, existe un problema y una limitación a la hora de diseñar sistemas domóticos debido a la ausencia de interfaces enfocadas a usuarios con diferentes necesidades y a la baja interoperabilidad entre los fabricantes de los distintos sistemas de automatización de viviendas y edificios. Esta situación en la mayoría de los casos nos obliga a centrarnos en un único fabricante, en lugar de adaptar bajo una misma interfaz y sistema de control, diferentes soluciones domóticas según sean nuestras necesidades.

Debido a las anteriores limitaciones nace la plataforma openHAB, que es una tecnología cuyo software es de código abierto, diseñada para integrar diferentes sistemas de automatización de viviendas, dispositivos y tecnologías dentro de una misma solución. Proporciona interfaces de usuario uniformes, centralizadas y con un enfoque común para las reglas de automatización en todo el sistema. Apoyándonos en el gran auge de dispositivos creados para interactuar con el internet de las cosas, hemos diseñado una solución que integra la plataforma openHAB para comunicarse con dispositivos electrónicos de control y monitoreo presentes en la vivienda, además de servir de pasarela para que a través de la plataforma de Google home el usuario pueda interactuar a través de la voz con el sistema, controlando un buen número de dispositivos que permiten regular el entorno haciéndolo más agradable para sus habitantes.

3.4.1. Criterios de diseño y selección del sistema domótico

OpenHAB es independiente del proveedor, del hardware y del protocolo de comunicación que integre. La interoperabilidad es uno de los puntos fuertes de esta plataforma, ya que permite combinar las diferentes soluciones domóticas existentes en el mercado. Otra de las ventajas de la plataforma openHAB es que permite su instalación en dispositivos pequeños y de bajo coste como

la Raspberry Pi, por lo que no es necesario realizar una gran inversión para implementar una solución real.

3.5. Funciones principales del sistema

Los servicios que ofrece el sistema que estamos proponiendo para la vivienda son:

- a) Gestión eficiente de la energía: Se logra monitoreando en tiempo real las variables eléctricas de los elementos conectados al sistema y controlando su

uso de dos formas, de manera restrictiva si hay un consumo elevado o de manera informativa si el consumo en general es bajo, pero se quiere hacer un ahorro energético. (Boynuegri, Yagcitekin, Baysal, Karakas, y Uzunoglu, 2013).

- b) Control de la climatización: Monitoreando la temperatura en áreas predefinidas de la vivienda a través de sensores inalámbricos y configurando automáticamente la temperatura del aire acondicionado para alcanzar la temperatura de confort deseada.
- c) Planteamiento de hábitos de ahorro energético: A través del registro de los datos de consumo y configuraciones manuales el sistema puede encontrar patrones de comportamiento y sugerir a través de su pantalla de avisos acciones que permitan reducir el consumo energético.
- d) Optimización de la generación fotovoltaica: El uso de micro inversores permite conocer detalladamente la generación de cada uno de los paneles solares instalados, de tal forma que se puede saber si existe una disminución de la energía producida en alguno de ellos y sugerir al usuario su revisión.
- e) Control de acceso de iluminación y ventilación natural: A través de sensores de iluminación y de velocidad del viento, el sistema puede abrir y cerrar las persianas para aprovechar ese recurso y disminuir el consumo de electricidad en la iluminación artificial y el aire acondicionado.
- f) Control de la iluminación: El sistema puede servir de pasarela para que a través de comandos de voz dados al dispositivo Google home pueda encender, apagar, cambiar la temperatura del color o el nivel de iluminación a ciertas zonas de la vivienda. Además, tiene integrado sistemas de control de presencia que le permiten apagar las luces cuando no detecta a una persona en su rango de alcance.
- g) Gestión multimedia: El sistema puede encender el sistema de entretenimiento y a través de comandos de voz buscar contenido en internet y reproducirlo.
- h) Acceso a cámaras IP: Gracias a la conexión a internet el usuario puede desde su dispositivo móvil monitorear lo que sucede en la vivienda.

4. Resultados

El principal resultado que se espera con el diseño de la casa SENA para el concurso Solar Decathlon mediante la implementación de estrategias de construcción sostenible, es poder generar opciones de vivienda que puedan ser aplicadas en los municipios de todo el país, promoviendo siempre la eficiencia energética y la conservación del agua durante el uso de las edificaciones. Estos resultados se vieron reflejados durante la competencia del año 2015 como se explica a continuación:

- a) Resultado 2015: se consumió 1175 L en 10 días de competencia, razón por la cual el prototipo del SENA obtuvo el primer lugar en la prueba de FUNCIONAMIENTO DE LA VIVIENDA.
- b) Resultado 2015: La casa del SENA consumió 42,5 kWh en 10 días de pruebas, asunto que junto la óptima gestión energética le permitió ganar el primer puesto en la prueba de BALANCE ENERGETICO.

Para el año 2019 se mantienen las estrategias de construcción sostenible en el diseño de la casa SENA, razón por la cual se vienen desarrollando pruebas de funcionamiento para

validar los resultados simulados de las diversas estrategias planteadas para esta competencia. A través de estas pruebas se ha podido evidenciar la sinergia que conlleva el uso de electrodomésticos energéticamente eficientes y un sistema automático de gestión de la energía para disminuir el consumo de energía eléctrica.

La integración del internet de las cosas (IoT) en el funcionamiento de la vivienda ha permitido conocer una mayor cantidad de variables físicas del entorno permitiendo ajustar de manera más precisa el algoritmo de gestión de la energía.

Dentro de los aspectos relacionados con la conservación del agua, se espera obtener como mínimo los mismos resultados de la competencia anterior ya que con las estrategias planteadas; de reducción de consumos mediante el uso de aparatos eficientes de agua, tratamiento y reutilización de aguas residuales, captación y uso de las aguas lluvias, diseños hidráulicos y sanitarios eficientes para reducir el costo de plomería, según registros bibliográficos, se puede reducir el consumo de agua entre un 10% y un 42% dependiendo del tipo de edificación, lo que ayudaría a mitigar el impacto que se genera actualmente sobre las fuentes de agua y permitiría generar una cultura del cuidado del agua en la población.

5. Discusión y análisis

En el componente de Gestión del Agua, de acuerdo con las reglas de evaluación se mantuvo el sistema establecido en la competencia del año 2015 y como nueva estrategia se adoptó la captación por fachada, dado que recientes investigaciones demuestran que se puede tener un aprovechamiento del 100% del agua que cae en la superficie de la fachada y se desliza hacia la parte inferior de la misma, lo que permitirá aprovechar más eficientemente el agua lluvia y tener más agua disponible para las diferentes actividades que la requieran.

Desde la perspectiva de la gestión de la Energía, el uso de estos sistemas activos permite optimizar y gestionar el consumo de energía, logrando establecer dinámicas y metodologías para una efectiva disminución del consumo energético de la vivienda. La incorporación de un sistema inteligente de control domótico permite una mayor inclusión e independencia para usuarios con movilidad reducida.

La climatización representa el mayor reto en la estrategia de eficiencia energética frente al confort que se pretende mantener en la vivienda, por tanto, la adecuada selección de los materiales de aislación térmica, el diseño y ubicación de la vivienda privilegiando el aprovechamiento del entorno y la adecuada selección de los equipos de climatización es clave para un máximo desempeño del sistema.

6. Conclusiones

Desde la perspectiva del impacto en el objetivo No. 6 de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), La propuesta de Gestión del Agua del proyecto VRISSA 2015-2019, cumple con los parámetros de sostenibilidad en el manejo del recurso hídrico de acuerdo con las metas propuestas por el objetivo; AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO y es una alternativa viable y asequible de sistema hidrosanitario para una vivienda social en el trópico.

En el ámbito de la energía, la implementación de sistemas solares Fotovoltaicos y térmicos solares son una alternativa viable y asequible para las soluciones de vivienda social, haciéndolas sostenibles en el marco de la construcción de un HABITAT URBANO SOSTENIBLE.

En el mundo entero la construcción de edificaciones usa una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante y más de la mitad de los recursos consumidos mundialmente son usados en construcción, por ello el proyecto VRISSA con la construcción de la casa SENA, busca fomentar la Construcción Sostenible para Colombia, que permita establecer estrategias que aporten en la mitigación del impacto ambiental del sector de la construcción, manteniendo el concepto de que una construcción sostenible es aquella que “está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios”.

7. Referencias

- Boynuegri, R., Yagcitekin, B., Baysal, M., Karakas, A., Uzunoglu, M. (2013). Energy management algorithm for smart home with renewable energy sources. 4th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/261432921_Energy_management_algorithm_for_smart_home_with_renewable_energy_sources
- Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39842/S1501318_es.pdf
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, MINVIVIENDA, (2015). Guía de construcción sostenible para el Ahorro de Agua y Energía en edificaciones nuevas, Resolución No. 549 de 2015. Recuperado de: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO%201%200549%20-%202015.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2019). Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2010). El cambio climático en Colombia y en el sistema de Naciones Unidas. Recuperado de: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19082>

Desarrollo de un material compuesto biodegradable para los procesos de extrusión e inyección

Pedro Rodríguez Sandoval

Grupo de Investigación de Materiales y Ensayos Sena (GIMES) SENA – Centro de Materiales y Ensayos, Colombia.
prodiguez@misena.edu.co

Carlos Parga Horta

Grupo de Investigación de Materiales y Ensayos Sena (GIMES) SENA – Centro de Materiales y Ensayos, Colombia.
carlospargah@gmail.com

Resumen

El creciente interés por el desarrollo de polímeros biodegradables se ha dado fundamentalmente a las exigencias, cada vez mayores, de reducir el impacto en la contaminación ambiental que se ha producido con el incremento de desechos generados por el uso de productos plásticos de un solo uso como son empaques y productos desechables fabricados con polímeros sintéticos.

La alternativa más viable para solucionar esta problemática, es desarrollo de materiales biodegradables con propiedades funcionales y que ofrezcan costos competitivos a los materiales plásticos actuales. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue la transformación y evaluación de las propiedades mecánicas y de biodegradabilidad de un material termoplástico, resultante de mezclar almidón de papa con polietileno de baja densidad, para obtener un material compuesto mediante el proceso de inyección. Inicialmente se generó una mezcla física entre con polietileno de baja densidad de polímero y el almidón de papa en porcentajes del 5 al 45% de almidón; se determinaron experimentalmente los parámetros de los procesos de extrusión e inyección. Se evaluaron las propiedades mecánicas de los polímeros inyectados por medio de microscopia electrónica de barrido-SEM, microscopia óptica, ensayos de tensión y pruebas de biodegradabilidad bajo la norma ASTM 6400 y ASTM 5988. Este trabajo contribuirá al diseño y elaboración de productos biodegradables que disminuyan el impacto ambiental y la contaminación de nuestro ecosistema.

Palabras clave

Almidón de papa, biodegradabilidad, proceso de inyección, proceso de extrusión

1. Introducción

Los materiales poliméricos de origen sintético que son derivados del petróleo, abarcan un mercado muy amplio en la industria de este sector. Por su corto periodo de vida útil, se convierten en residuos rápidamente debido a su alta resistencia a la degradación, lo cual genera un problema ecológico por su uso. La normatividad ambiental y la creciente conciencia hacia el medio ambiente, está obligando a las industrias a buscar nuevos materiales. A nivel mundial se han realizado estudios para obtener los polímeros biodegradables a través de cuatro grandes fuentes principales: origen animal (colágeno /gelatina), origen marino (quitina/quitosan), origen agrícola (lípidos y grasas e hidrocoloidales: proteínas y polisacáridos) y origen microbiano (ácido poliláctico (PLA) y polihidroxialcanoatos (PHA)).

Las investigaciones de polímeros biodegradables con base en polisacáridos se iniciaron en los años 1970 y continúa actualmente en varios laboratorios del mundo. Las tecnologías que aún se siguen desarrollando, están relacionadas con la incorporación de granos de almidón o almidón

en forma gelatinizada a las formulaciones de las películas fabricadas en procesos de compresión, extrusión de un solo tornillo o doble tornillo y moldeo por inyección.

La universidad Carlos III de Madrid el Dr. Contreras Andújar y el ingeniero Meré Marcos (2009), La universidad tecnológica del suroeste de Guanajuato, México los ingenieros Ortiz y Villalobos (2013), desarrollaron la síntesis de un polímero termoplástico biodegradable basado en almidón de patata, papa y diversos plastificantes que se conocen comúnmente con el nombre TPS.

El centro de investigación de ciencia aplicada y tecnología avanzada del Instituto Politécnico Nacional México los doctores Vieyra y Martín (2009), desarrollaron un polímero biodegradable de almidón – polietileno obtenidos a partir del proceso de extrusión. En la elaboración del polímero se consideraron los factores porcentaje de almidón, velocidad de extrusión y temperatura de extrusión. Seguidamente realizaron un ensayo exploratorio en el que se tomó una muestra de 2 kg del polímero con un porcentaje de almidón del 15% y se molió a un tamaño de partícula de 2 mm, posteriormente lo llevaron a una máquina de inyección con un molde de una cavidad de una taza de 125 ml de capacidad; en dicha investigación se probaron 5 temperaturas de inyección siendo 150°C la que permitió obtener el producto esperado con las características estructurales ideales para uso doméstico.

En lo referente al proceso de extrusión e inyección con materiales biodegradables es muy poca la investigación realizada en la transformación y caracterización de productos a partir de almidón de papa; por lo tanto, se debe investigar el porcentaje de almidón de papa con varios tipos de aditivos para condicionarlo al proceso y mejorar sus propiedades físico - químicas del producto final.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este proyecto fue la transformación, evaluación de propiedades mecánicas y la verificación de la degradación mediante los procesos de compostaje según norma ASTM 6400 y ASTM 5988 para un material compuesto para los procesos de extrusión e inyección.

2. Metodología

2.1. *Materia prima.*

Se utilizó polietileno de baja densidad (PEBD) marca DOW referencia 9931 y almidón de papa modificado referencia ALMI 4 procesado por ALMICOR Ltda., mezclado con 5% de gliceraldehído y 30% de agua destilada.

2.2. *Preparación y alistamiento*

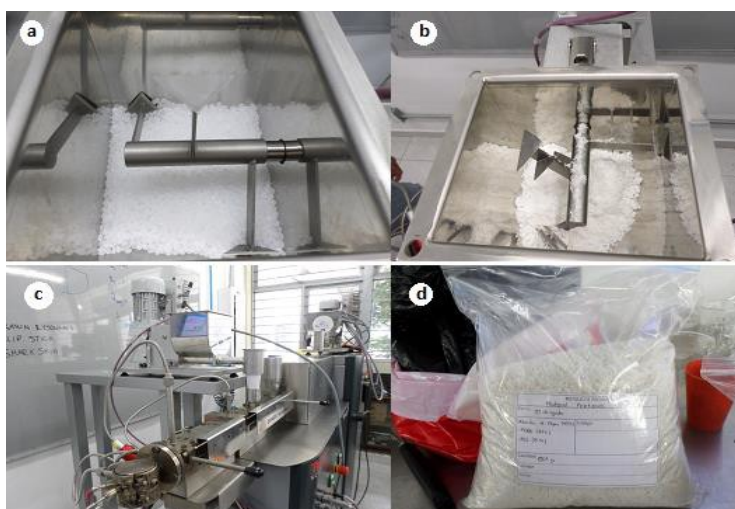
Se procedió con la preparación de los tratamientos planeados según concentración de almidón, entre el 5 al 45%. Estos tratamientos se planearon para este trabajo de investigación de los resultados de los trabajos de investigación de los doctores Ortiz y Villalobos (2013) donde se trabajaron porcentajes de mezcla de 5% al 30% para analizar el comportamiento del almidón con relación al polímero sintético. Esta operación se realizó en un mezclador mecánico marca BOGDA modelo BG -50 de capacidad 50 Kg que giraba a 85 rpm durante un

tiempo temporizado de 10 minutos para realizar la mezcla dispersiva.

2.3. Transformación de pellets y de probetas

La transformación de los pellets (figura 1) se llevó a cabo por medio de un proceso de extrusión, para el cual se inició con la programación de la máquina extrusora de doble husillo marca Thermo Scientific - Haake Rheomex referencia 05 PTW16, con la que se definieron los parámetros de transformación de la siguiente manera: temperatura entre 100 a 195°C con un perfil ascendente en las diez zonas del cañón, temperatura de cabezal de 185°C, presión de masa 5,0 Bar, revoluciones del tornillo de 80 RPM y torque de 16 N. Obteniéndose un filamento de cuatro milímetros de diámetro que posteriormente se pasó al equipo de peletizado saliendo cilindros de 4mm de longitud

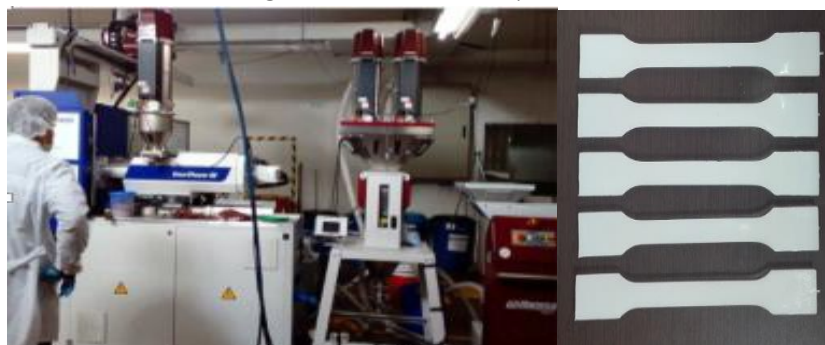
figura 1: Proceso de extrusión - Pelitizado



Fuente: Autor

Seguidamente, se realizó el procedimiento de inyección en la máquina inyectora marca Wittmann Smart, de 60 toneladas de fuerza de cierre y capacidad de inyección de 150 g con sus respectivos equipos periféricos. Utilizando un molde de acero de dos cavidades de la probeta tipo corbatín (figura 2) según norma ASTM D-638 se fabricaron probetas con 5, 15, 20 y 45% de contenido de almidón.

Figura 2: Proceso de inyección



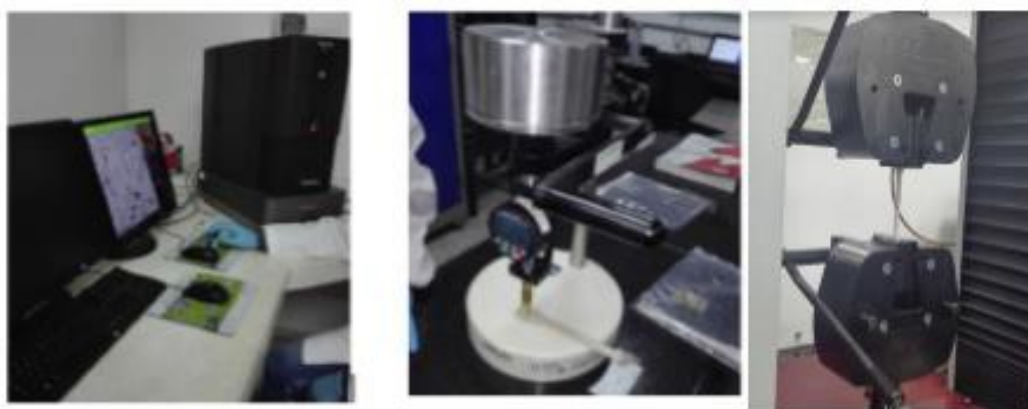
Fuente: Autor

2.4. Caracterización del material biodegradable

Las pruebas que se hicieron para la caracterización del material biodegradable. Se tomaron aleatoriamente muestras de las probetas por cada tratamiento (5, 15,20 y 45%) para realizar las pruebas de caracterización estructural por microscopía electrónica de barrido (SEM) en el equipo

marca Phenom, modelo XL acoplado con analizador EDS (Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X). Las propiedades mecánicas mediante ensayos de tensión con la maquina universal marca *BESMAK BMT-E* de 5 toneladas de celda y dureza tipo Shore relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material se realizaron con el durómetro marca Rex, para lo cual se implementó un indentador tipo A. (figura 3).

figura 3: Ensayos caracterización material



Fuente: Autor

2.5. Verificación de biodegradabilidad Fuente: autor

Para determinar la biodegradabilidad del material se siguieron los lineamientos propuestos en la norma ASTM D- 5988 (figura 4). Se tomaron muestras de suelo (compost) y se tamizaron con un tamaño de malla menor a 2 mm. Posteriormente se pesaron 300 g de muestra (compost), se llevaron al desecador y se mezclaron con 30 mL de solución de fosfato de amonio. La solución de fosfato de amonio se preparó pesando 4,72 g y aforando hasta 100 mL, de igual manera se preparó una solución de hidróxido de bario $Ba(OH)_2$ pesando 0,39 g y aforando hasta 100 mL. Se agregaron 100 mL de $Ba(OH)_2$ en un beaker y 50 mL de agua destilada en otro beaker.

Constantemente se agitaba de manera suave la capa formada sobre la superficie de $Ba(OH)_2$ para asegurar la absorción continua de CO_2 . Se sacó el $Ba(OH)_2$ del desecador, se agregó la cantidad total a un matraz de Erlenmeyer y se adicionó una gota de fenolftaleína. El desecador se dejó destapado por 30 minutos y se introdujo una nueva solución de $Ba(OH)_2$. Se pesaron 0,42 g de ácido clorhídrico (HCl) y se aforó hasta 100 mL. Finalmente se procedió a titular el $Ba(OH)_2$ mezclado con la fenolftaleína para así determinar la cantidad de CO_2 producido y por ende la biodegradabilidad del polímero analizado.

Figura 4: Ensayos caracterización material



Fuente: Autor

3. Resultados y discusión

3.1. *Procesos de extrusión e inyección*

Por el proceso de extrusión se obtuvieron filamentos de 4 mm de diámetro, los cuales se llevaron a la maquina peletizadora para obtener pellets de 4 mm de diámetro por 4 mm de longitud. En este proyecto se tuvieron en cuenta los resultados de los trabajos realizados por los Ortiz y Villalobos (2013) y Rodríguez, Camargo y Villagrán (2016) donde se procesó película y filamento con mezclas de polietileno de baja densidad y porcentajes de almidón de papa.

Por inyección se obtuvieron como producto probetas tipo corbatín con los diferentes tipos de mezclas de acuerdo al diseño experimental, para este cuadro del proceso se tuvieron en cuenta los resultados de los trabajos de investigación de Muñoz, Gómez y Rodríguez (2015) y Rodríguez y Camargo (2016) donde se realizó trabajos de inyección de polietileno con cargas de almidón

Figura 5: Productos finales pellets y probetas tipo corbatín



Fuente: Autor

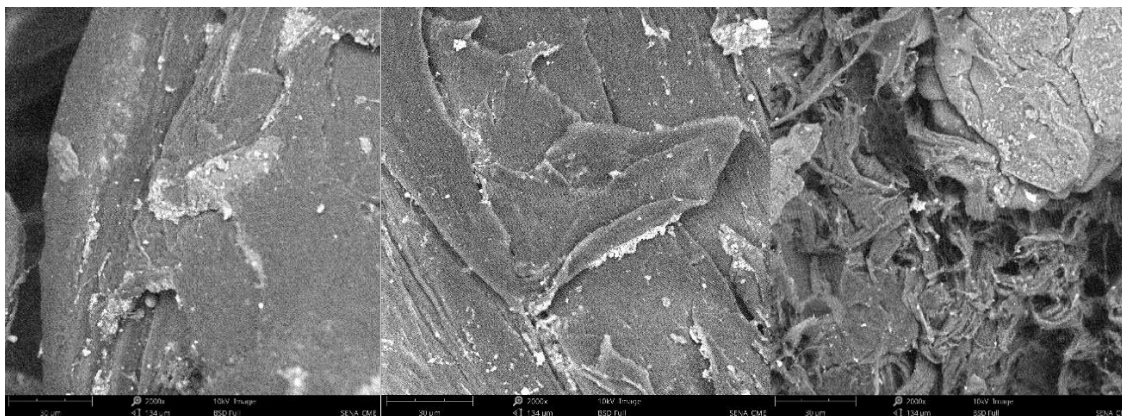
3.2. Caracterización material

3.2.1. Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)

En la figura 5 se observa, el tratamiento A (Polietileno de baja densidad 100% - Almidón de papa 0%) se observa una microestructura de un solo material. El tratamiento B (Polietileno de baja densidad 85% - Almidón de papa 15%) su microestructura muestra que existen dos componentes el almidón se presenta en forma de grano blanco mezclados con la base polimérica color gris. El tratamiento C (Polietileno de baja densidad 70% - Almidón de papa 30%) la microestructura se observa acumulación de almidón, rechupes en la superficie, una mezcla no homogénea.

En los ensayos de los diferentes tratamientos se observa que a mayor concentración de almidón de papa se tiene una mayor cantidad de poros, rechupes y se evidencia concentraciones de almidón separadas de la base polimérica del polietileno de baja densidad. Comparado con los trabajos de investigación Ortiz y Villalobos (2013); Villaba, Navia y Mosquera Silvio (2013); Rodríguez, Muñoz y Gómez (2015), en el ensayo SEM se observa que no existe homogeneidad en su microestructura.

Figura 5: Microfotografías de tratamientos 0%, 15% y 30% a 300X y escala de 250 μm



Fuente: Autor

3.2.2. Ensayos Tensión

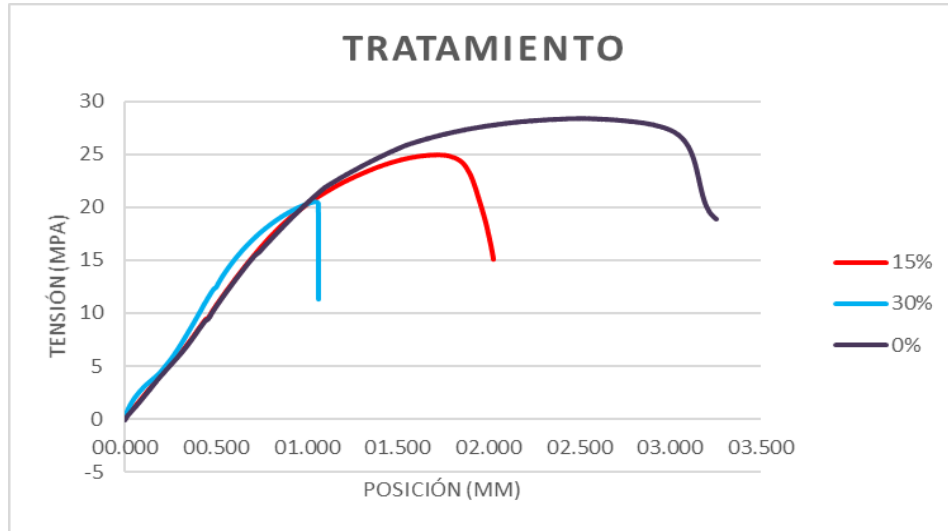
El ensayo de tensión se realizó a las probetas tipo corbatín de las muestras aleatorias de los tratamientos analizados en este trabajo de investigación.

En la figura 6, se observa las curvas típicas de esfuerzos deformación de los tratamientos analizados, se diferencia por colores las líneas de la curva siendo la roja del tratamiento A (polietileno de baja densidad 100% -Almidón de papa 0%), el color verde pasto corresponde al tratamiento B (polietileno de baja densidad 85% -Almidón de papa 15%) y el azul al tratamiento C (polietileno de baja densidad 70% -Almidón de papa 30%).

La forma de las curvas es típica de un material polimérico termoplástico. Se diferencian la curva del tratamiento A de la de los tratamientos B y C. En la primera tiene una tasa lenta de deformación y la B y C poseen una tasa rápida de deformación. Se observa también que en la zona inicial de la curva correspondiente a la región elástica se presenta una línea recta en todos los tratamientos hasta el punto de deformación. Se observa que los esfuerzos a la ruptura, los

porcentajes de deformación y deformación a la ruptura estas propiedades mecánicas van disminuyendo con el incremento del porcentaje de almidón y la disminución del polietileno de baja densidad.

Figura 6: Curva esfuerzo – deformación

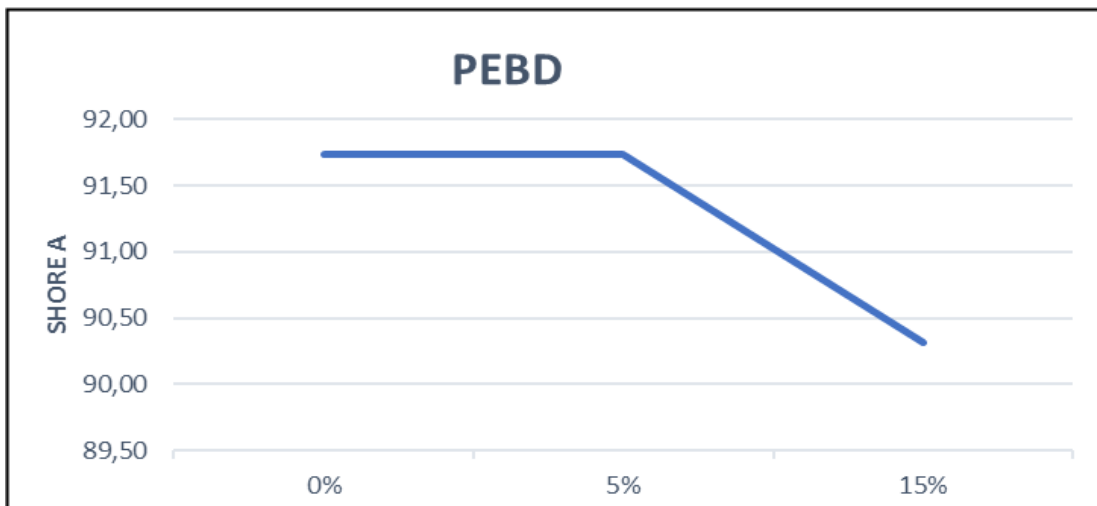


Fuente: Autor

3.2.3. Ensayos de dureza

En este ensayo se tomaron en cuenta las variables obtenidas en el durometro marca Rex en unidades sobre A y D. En la figura 7 se observa que el valor de la dureza a medida que se incrementa el porcentaje de almidón de papa, esta propiedad mecánica disminuye.

Figura 7 Grafica Tratamientos –Dureza A

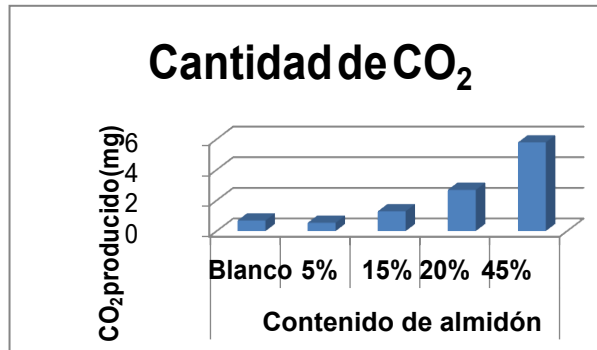


Fuente: autor

3.2.4. Verificación biodegradabilidad

En los ensayos de biodegradabilidad, de acuerdo a la norma ASTM D-5988, mostrados en la figura 8 se estableció que el biopolímero es degradable por medios biológicos encontrados en el compost. Además, se evidencia que a medida que se aumenta el contenido de almidón en la matriz de polietileno de baja densidad, la producción de CO₂ es mayor; mientras que la producción de CO₂ es muy baja con contenidos bajos de almidón, indicando que la biodegradación de un plástico totalmente sintético no es viable.

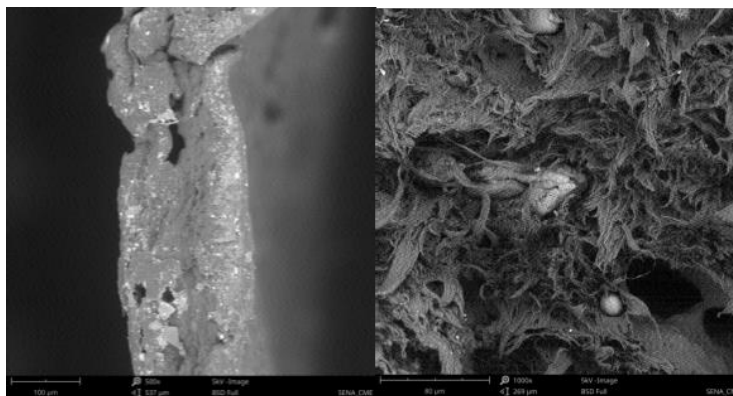
Figura 8. Cantidad de CO₂ producido según la norma ASTM D-5988.



Fuente: autor

Las imágenes de microscopía, su microestructura muestra que existen dos componentes; el almidón se presenta en forma de grano blanco mezclado con la base polimérica color gris. Esta prueba verifica la degradabilidad del bioplástico por la presencia de poros y filamentos formados en el material, lo cual se puede observar en la figura 9. En los ensayos de los diferentes tratamientos se observa que a mayor concentración de almidón de papa se tiene una mayor cantidad de poros y filamentos. Comparado con los trabajos de investigación de Ortiz y Villalobos (2013).

Figura 9. Imágenes de microscopía para el biodegradable antes del proceso de compostaje (izq) y después del proceso de compostaje (der).



Fuente: autor.

4. Conclusiones

Este trabajo de investigación da como resultados un nuevo material compuesto

biodegradable se puede transformar por los procesos de extrusión e inyección con parámetros ideales para la producción en serie de productos plásticos siendo una alternativa para reemplazar los materiales sintéticos utilizados para las líneas de empaques industriales y productos de un solo uso colaborando con el problema ambiental existente a nivel mundial

Los métodos planteados para generar soluciones que reduzcan la problemática ambiental, dentro de este proyecto de investigación se está implementando la biodegradación o ataque por medio de microorganismos. Además, la implementación de un polímero natural como el almidón trae ventajas debido a que es un material abundante en el planeta y con buenas propiedades fisicoquímicas.

La producción de dióxido de carbono por los microorganismos presentes en el compostaje y analizado en las pruebas según la norma ASTM D-5988, demuestran que el almidón de papa está siendo utilizado para llevar a cabo sus rutas metabólicas y respiratorias. Lo que comprueba la degradación del biodegradable.

La superficie del material observado a través de microscopía electrónica de barrido y los ensayos mecánicos de tensión y dureza, también muestran la pérdida de propiedades del material a lo largo de los meses de estar sometido a un proceso de compostaje.

5. Referencias

- Arévalo K. (1996). Elaboración de plásticos biodegradables a partir de polisacáridos y su estudio de biodegradación a nivel de laboratorio y campo. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Muñoz E., Gómez E., Rodríguez P. (2015). Obtención y caracterización de un biodegradable a partir de almidón de papa y polietileno de baja por inyección. *Revista Informador Técnico*. ISSN: 2256-5035. Vol. 79.
- Ortiz M., Villalobos M. (2013) Desarrollo de una película plástica a partir de almidón extraído de papa residual. Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. México.
- Rodríguez L, Bello L, Yee H, González R (2013) Propiedades mecánicas y de barrera de películas elaboradas con harina de arroz y plátano reforzadas con nano partículas: Estudio con superficie de respuesta. *Rev. Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 12, No. 1.
- Rodríguez P., Camargo S. (2017). Caracterización de las propiedades mecánicas de un material biodegradable a partir de los procesos de extrusión y peletizado. *Informador Técnico*. ISSN: 2256-5035. Vol. 81, No. 2
- Rodríguez P., Camargo S., Cruz I. (2017), Desarrollo del proceso de inyección con material biodegradable basado en la mezcla de polietileno de baja densidad y almidón de papa. Lisboa- Portugal. Congreso iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Lisboa, Portugal ISSN: 978-989-95683.
- Rodríguez P., Camargo S., Villagrán I. (2016). Transformación y caracterización de un bioplástico por los procesos de extrusión e inyección. *Revista Informador Técnico*. Vol. 80, No. 2.

Productos innovadores a partir de la utilización de lodos de potabilización de aguas como materia prima.

Guillermo Vega Ortega

Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial - SENA, Atlántico, Colombia
gvegao@sena.edu.co

Norys Milena Ortiz Salazar

Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial - SENA, Atlántico, Colombia
mortizsalazar@misena.edu.co

Víctor Hugo Polo Calvo

Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial - SENA, Atlántico, Colombia
vicpolo@misena.edu.co

Rafael Eliecer Donado Guerrero

Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial - SENA, Atlántico, Colombia
redonado1@misena.edu.co

Resumen

De acuerdo a su naturaleza, la producción de agua potable en una planta de tratamiento, genera volúmenes significativos de lodos, cantidades que, en caso de no darles una adecuada disposición final, puede contribuir a la contaminación del ambiente afectando suelo, agua y aire que son los medios receptores donde son depositados finalmente.

Este artículo presenta los resultados de la investigación realizada en la planta de tratamiento de agua potable ubicada en Manatí-Atlántico, con el objetivo de desarrollar cuatro productos innovadores a partir de lodos de potabilización de agua como materia prima. Se realizó el muestreo y caracterización de los parámetros físico químico de los lodos resultantes del proceso de tratamiento de agua potable, material que posteriormente fue sometido a una etapa de secado al aire libre y al cual se le adicionaron proporcionalmente productos cementantes como yeso, cal y cemento, con el objetivo de aumentar sus propiedades mecánicas.

Finalmente se elaboraron cuatro opciones de productos innovadores a partir de la utilización de lodos resultantes del proceso de potabilización de aguas como materia prima; tres elementos para construcción de tipo no estructural (bloque, adoquín y mortero tipo recubrimiento) y artesanías alusivas a la cultura de la Región Caribe. A los productos de construcción se les realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, y a las artesanías, análisis cualitativos para determinar el grado de plasticidad y moldeo necesarios para su funcionalidad en la elaboración de productos de este tipo.

Finalmente, se logró determinar mediante esta investigación que se pueden utilizar los lodos de potabilización de agua como insumos para elaboración de productos aprovechables en nuestras comunidades, mitigando el riesgo y posibles impactos ambientales generados por el manejo y disposición inadecuada de estos residuos.

Palabras clave

Aprovechamiento, lodos, materia prima, potabilización, residuos.

1. Introducción

Una consecuencia asociada al proceso de potabilización de aguas es la producción de lodos, situación que implica efectos adversos en el ambiente sino se les da un adecuado tratamiento (Filho S., Piveli R., Cutolo S. & de Oliveira AA, 2013). Como ejemplo se tiene, que al ser vertidos a cuerpos de agua pueden formar sedimentos que aíslan las zonas ecológicas más bajas de estos ecosistemas acuáticos, o representar toxicidad debido a la concentración de algunos de sus componentes para los seres vivos (Walsh M., Lake C., & Gagnon G., 2008). Además, estos lodos, pueden generar alteraciones paisajísticas y de las características naturales de los suelos donde son depositados posibilitando el deterioro de la calidad de los mismos.

En las plantas de tratamiento de agua potable, se pueden tener también dificultades técnicas en cuanto al manejo de lodos, debido a que éstos, requieren de la instalación de una infraestructura especialmente diseñada para la realización de las operaciones unitarias para su tratamiento. El almacenamiento de lodos implica grandes extensiones de terreno dentro de la planta incrementando los costos de producción del agua potable (Conagua, s.f.)

En el Departamento del Atlántico, existe actualmente, ausencia de tecnologías para el aprovechamiento de lodos de potabilización de aguas que permitan obtener productos a partir de su utilización como materia prima. Se ha considerado que los lodos de potabilización de aguas, de acuerdo a las características adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser susceptibles de aprovechamiento, para atenuar sus efectos contaminantes hacia el medio ambiente y proteger a la población en general (Conagua, s.f.). Mediante el aprovechamiento de lodos de potabilización de aguas como materia prima, se busca potencializar la producción de bienes y servicios en el centro y sur del departamento del Atlántico, brindando una gran oportunidad de generación de actividades que representen beneficios económicos para las comunidades, derivadas del desarrollo de productos innovadores.

¿Se logrará contribuir a minimizar los impactos ambientales a partir de la reutilización de lodos provenientes de una planta de tratamiento de agua potable, como materia prima para la elaboración de subproductos?

2. Metodología

Fase 1: Muestreo y caracterización de propiedades fisicoquímicas de los lodos generados en el tren de tratamiento de la planta potabilizadora en estudio en el municipio de Manatí (Atlántico). En esta etapa se entregan documentos del programa de muestreo para lodos de potabilización de aguas recolectados en el acueducto y llevados a la Finca El Caney del SENA en el que se analizaron algunos parámetros como PH, conductividad, textura y porcentaje de humedad de dichos lodos. Siguiendo el criterio para análisis de suelo se recogieron estratégicamente 10 muestras de lodos de manera aleatoria en los lechos de secado del acueducto de Manatí (Atlántico) para al final tomar los promedios y con base a ellos pasar a la siguiente fase. Se hizo una prueba por medio de Fluorescencia de rayos X para la valoración porcentual del contenido de metales pesados en el lodo recolectado.

Fase 2: Realización de pruebas experimentales para desarrollar cada una de las opciones de aprovechamiento de lodos: Elaboración de bloque, adoquines, elaboración de morteros y elaboración de mezcla para artesanías. En esta fase se hacen pruebas con diferentes mezclas aleatorias binarias y terciarias para determinar la que más se acerque a las normas de ensayo de

materiales NTC 3356, ASTM C-109, NTC 3546.

3. Resultados

Se realizaron determinaciones de parámetros físicos como porcentajes de humedad, pH, conductividad y textura de los lodos de potabilización de aguas en estudio, tal como se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Parámetros físicos analizados

PARÁMETROS	VALORES
pH	6.65
Conductividad	73 μ s/cm
Textura	Areno-franco
Humedad %	37.9

Fuente: Elaboración propia.

Para los análisis cualitativos se empleó el método de fluorescencia de rayos x, el cual arrojó una valoración porcentual del contenido de metales pesados presentes en la muestra de lodo, como se observa en la tabla 2:

Tabla 2. Análisis por el Método de Fluorescencia de Rayos X para el lodo en estudio.

ELEMENTO	PORCENTAJE
Fe	28.090
Mn	0.291
Cr	0.268
V	0.338
Ti	2.270
Al	18.158
Si	50.122

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 3 se presentan los resultados de los lodos de potabilización de agua que se realizaron de acuerdo a diferentes métodos cuantitativos empleados en el estudio realizado en el laboratorio de agua y suelos de la facultad de Ciencias Agrarias en su Sede en Bogotá.

Tabla 3. Resultados cuantitativos de parámetros físicos químicos para lodos.

DR Gr/cm ³	pH	Co	NT	Ca	K	Mg	Na	Al	CICE
		%		Meq/100g					
2,32	6,87	1,87	0,16	26,2	0,40	0,39	0,14	0,00	29,1

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura CT
Mg/kg							%			
58,6	45,5	4,40	50,5	7,47	4,02	0,24	38	34	28	FAr
METODOS DE ANALISIS										
PROPIEDAD				METODO				VALORACION		
pH				Suspensión suelo: agua (relación peso:volumen1:1)				Potencio métrica.		
CE				Extracto de la pasta de saturación.				Conductimétrica.		
CO: Carbono Orgánico				Determinación por Análisis Elemental						
Ca, K Mg, Na: Bases Intercambiables				Extracción con acetato de NH4 1M pH7				Absorción atómica		
CIC: Capacidad de intercambio catiónico				Extracción con acetato de NH4 1M pH7				Volumétrica		
N: Nitrógeno				Estimado a partir del CO(factor empleado 0,0862)						
CICE : CIC efectiva				Estimado por suma de bases y acidez intercambiables						
Al: acidez intercambiable				Extracción con KCl 1M				Volumétrica		
P : Fósforo disponible				Bray II				Colorimétrica		
S: Azufre disponible				Extracción con Fosfato Mono cálcico				Turbidímetra		
Cu, Fe Mn, Zn: Micro elementos				Extracción con DTPA				Absorción Atómica		
B: Boro				Extracción con Fosfato Mono cálcico				Colorimétrica		
Arcilla (Ar) , Limo (L), Arena(A)				Bouyoucos, Dispersión con Na-hexametafosfato				Den simétrica		
Clase Textural (CT)				Triángulo de clasificación textural USDA						
Dr: Densidad Real				Método del Picnómetro						

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión para mortero de fabricación de bloques y adoquines con diferentes materiales cementantes y correlacionar resultados con

normatividad para ensayos de materiales de este tipo, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados Resistencia a la compresión de mezclas binarias vs Normatividad.

Mortero prueba No.	Edad en días	Resistencia a la compresión (F'c) Kg/ cm ²	Resistencia a la compresión (F'c) MPa	Según ASTM 270 tipo de mortero a 28 días	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Resistencia la compresión MPa
1 90% lodo + 10% cemento	14	11,63	1,16	K	0,5	5.0
2 75% lodo +25% cemento	14	12,38	1,24	K	0,5	5.0
3 55% lodo + 45% cemento	14	40,81	4,08	N	5,2	53
4 90% lodo + 10% yeso	14	10,95	1,09	K	0,5	5.0
5 75% lodo +25% yeso	14	11,64	1,16	K	0,5	5.0
6 55% lodo + 45% yeso	14	14,56	1,46	K	0,5	5.0

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión y análisis

Se pudo determinar con los resultados de estos parámetros a las muestras de lodo que son idóneos para la realización de los cuatro (4) productos innovadores como materia prima principal provenientes del proceso de potabilización de aguas.

Con base en los resultados por Fluorescencia de Rayos X, se determinó que los lodos tienen alto contenido de Aluminio y Silicio debido a los coagulantes que se usan para la potabilización, como son el Policloruro de Aluminio (PAC) y el Sulfato de Aluminio. Sin embargo, esto no tendría una incidencia relevante para el objetivo final de este proyecto de investigación.

De acuerdo a correlación con Normatividad se obtuvo el mortero de mejor calidad, con el cual se elaboraron bloques, adoquines no estructurales y se obtuvo un mortero tipo N, apto para recubrimiento, tal como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5. Resistencia a la Compresión de mortero de mejor calidad.

Mortero prueba No.	Edad en días	Resistencia a la compresión Kg/ cm ²	Resistencia a la compresión *MPa	Según ASTM C 270 Tipo de mortero a 28 días	Resistencia a la compresión	
					MPa	Kg/cm ²
3 55% lodo + 45% cemento	14	40,81	4,08	N	5,2	53

Fuente: Elaboración propia.

El mortero para mampostería sin refuerzo debe ser del tipo M, S o N. Se puede concluir que ésta proporción de mezcla, se comporta como un mortero de cemento Tipo N, ya que solo con la resistencia evaluada a los 14 días de edad, está dentro de un rango más cercano a un mortero de éste tipo. Se diseñaron las especificaciones técnicas para cada uno de los productos innovadores tal como se muestra en la tabla 6:

Tabla 6: Especificaciones técnicas productos innovadores

Especificaciones técnicas para producto innovador: Adoquín



Características mecánicas evaluadas: Norma: ASTM C -270 -NTC 3329

Resistencia a la compresión evaluada a los 14 días: MPa = 4.08

Características físicas:

Peso en seco: 1,5 a 2,0 kg

Acabado liso

Dimensiones

Longitud (cm): ± 18

Ancho (cm): ± 10

Espesor (cm): ± 8

Presentación: Rectangular

Fabricación y ensayos:

Mortero de Fabricación: NTC 3356 similar ASTM C-109, NTC 3346, ASTM C -270

Dimensiones (cm)= 18x10x8

Rendimiento: 55 Un x m²

Especificaciones técnicas para producto innovador: Bloque



Características mecánicas evaluadas ASTM C -270, NTC 3329

Resistencia a la compresión evaluada al mortero de preparación cubos 5cm de lado. 14 días: MPa = 4.08

Resistencia a la compresión NTC 4076 bloques: 14 días 1,1Mpa (Bloque no estructural).

Características físicas:

Peso medio en seco = 5 Kg

Acabado: semiliso

Dimensiones:

Longitud (cm): 40

Alto (cm): 20

Espesor (cm): 10

Dimensiones reales (cm): 10x20x40

Presentación: Rectangular

Clasificación de materiales:

Cemento portland estructural

Agregado: lodo resultante de planta potabilizadora de agua (previo secado y evaluación de parámetros físico químicos y microbiológicos, análisis granulométrico.)

Agua de mezcla (manejando contenido de humedad del lodo)

Fabricación y ensayos:

Mortero: NTC 3356, similar ASTM C-109, NTC 3346, ASTM C- 270

Dimensiones (cm): 10 *20 * 40

Rendimiento: 12 Un x m²

Especificaciones técnicas para producto innovador: Mortero



Características mecánicas evaluadas NTC 3356, ASTM C270, NTC 3329

Mortero de lodo + cemento:

Resistencia a la compresión evaluada en cubos de 50 mm de lado: a los 14 días: MPa = 4.08

Según ASTM 270 mortero tipo-N

Mortero de lodo + yeso

Resistencia a la compresión evaluada a los 14 días en MPa = 1,46MPa

Fabricado bajo la Norma técnica colombiana NTC 3356 – ASTM C-109. Control de calidad bajo la norma NTC 3546. Evaluado según la Norma ASTM C109.

Los materiales empleados son: Lodo, cemento y agua.

También se fabrica un mortero con lodo, yeso y agua. No contienen aditivos.

Características físicas:

Mortero tipo recubrimiento, apto para recibir pinturas, baja trabajabilidad y mayor tiempo de fraguado

Beneficios:

Diseñado para para uso de pega y pañete en muros no estructurales.

Clasificación de materiales:

Cemento portland estructural yeso

Agregado: lodo resultante de planta potabilizadora de agua (previo secado y evaluación de parámetros físico químicos y microbiológicos, análisis granulométrico.)

Rendimiento: Mayor tiempo de fraguado por lo que requiere menor agua en la mezcla, Alta consistencia Alta plasticidad

Especificaciones técnicas para producto innovador: Artesanías



Productos de alfarería o artesanías típicas de la región Caribe Colombiana Elaborados por escultor de programas de formación de artesanías de la región.

Dimensiones: A solicitud del modelo deseado por el interesado

Presentación: A solicitud del interesado. Los acabados son con pintura natural, brillo o rústico.

Clasificación de materiales: Material cementante: cemento o yeso, con preparación propia del escultor.

Agregado: lodo resultante de planta potabilizadora de agua (previo secado y evaluación de parámetros físico químicos y microbiológicos, análisis granulométrico.)

Agua de mezcla (manejando contenido de humedad del lodo).

Los demás materiales son propios de cada escultor para mejorar los acabados de los productos propiedades de durabilidad, belleza, aspecto y presentación. Suspensiones polímeras acuosas.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

El análisis por el método de Fluorescencia de Rayos X realizado a los lodos de la planta de potabilización de agua en estudio, arrojó un porcentaje de contenido de Aluminio que

superó el doble al contenido de este elemento en un bloque convencional. Se elaboraron morteros con mezclas binarias combinando lodo - cemento, lodo - yeso, que, desde el punto de vista cualitativo, mostraron resultados satisfactorios en cuanto a calidad y resistencia.

Según los resultados arrojados en los ensayos de resistencia a la compresión (14 días de edad) para las muestras evaluadas 3 probetas cúbicas 50mm de lado, tal como se explica en NTC 3356 y la 3546, se registró una resistencia promedio a la compresión para la mezcla de 55% Lodo + 45% Cemento de 40,81 Kg/cm².

El mortero para mampostería sin refuerzo debe ser del tipo M, S o N. Se puede concluir que ésta proporción de mezcla, se comporta como un mortero de cemento Tipo N, ya que solo con la resistencia evaluada a los 14 días de edad está dentro de un rango más cercano a un mortero de éste tipo.

El mortero tipo N, es el tipo de mortero multipropósito para uso en las estructuras de mampostería. Es apropiado para pañete y paredes interiores de partición, es el que mejor combina las propiedades de resistencia, trabajabilidad y economía.

El mortero conformado por 55 % lodo + 45 % cemento es un mortero que además presenta las propiedades de uso de morteros de recubrimiento, ya que su función no es estructural sino de embellecimiento, o la de proporcionar una superficie uniforme para aplicar la pintura, no requieren una resistencia determinada; la plasticidad juega en ellos un papel muy importante.

Los adoquines elaborados con la mejor calidad de mortero se pueden fabricar en diferentes modelos tales como: rectangular, corbatín, hexagonal y diversos espesores con aplicaciones para pasos o senderos peatonales sin alta carga estructural, decorativas, de señalización. En textura es un material completamente liso ya que no presenta ningún tipo de aditivo solo se emplea en su fabricación un mortero con un solo tipo de agregado (lodo).

Los bloques elaborados con el mortero de mejor calidad pueden ser empleados para divisiones a menor altura, construcción de andenes, jardinerías y el mortero de fabricación tiene la capacidad de retener pintura para mejorar el acabado en este tipo de construcciones. Es un excelente sub- producto para fabricación de viviendas de baja resistencia que puede ser remplazado como material constructivo para poblaciones que emplean materiales de menor resistencia.

En textura es un material completamente semi liso, ya que presenta bastante porosidad por la resistencia a la contracción por secado del lodo. Para disminuir el contenido de vacíos del material se recomienda para futuras investigaciones someterlo a procesos de vibrado. Los ensayos a los morteros de preparación de bloque y adoquines han resultado satisfactorios de acuerdo a la normatividad. Los resultados de ensayos realizados directamente sobre los materiales de construcción (bloques y adoquines), están alejados de la norma NTC 4076 sobre construcción de bloques estructurales de acuerdo a la dosificación de lodo y cemento ensayada, sucediendo lo mismo con los adoquines. Se pueden mejorar las propiedades mecánicas adicionando a los lodos materiales tipo polímeros naturales, con otro tipo de agregado. Los productos de Alfarería o Artesanías, son productos innovadores en cuanto a los materiales de fabricación. Normalmente se emplean arcillas para este tipo de diseños, y se están reemplazando éstas por lodos provenientes de plantas potabilizadoras de agua como materia prima, materiales cementantes, agua entre otros aditivos para mejorar la durabilidad y apariencia del producto.

Los lodos por su alto contenido de humedad, capacidad de moldeo, consistencia y plasticidad se comportan muy bien para fabricar éste tipo de productos, los cuales son a gusto del cliente. Se pueden fabricar diferentes modelos en diferentes tamaños y dimensiones.

El empleo de lodos como materia prima para construir productos de alfarería o artesanías contribuye a la mitigación de impactos ambientales en la disposición final de lodos en plantas de tratamiento de agua, dependiendo de las dimensiones y tamaño de la solicitud del producto, de esta forma se calcula la cantidad de materiales empleados y costo del producto final.

Económicamente el empleo de lodos como materiales para la producción de artesanías favorece a los escasos y búsqueda de arcillas para moldeado de éste tipo de productos. Para la fabricación de productos de construcción, reduce la cantidad de material empleado en obra para su elaboración y contribuye a la mitigación de impactos ambientales en la disposición final de lodos en plantas potabilizadoras de agua.

Finalmente se propone una fuente de materia prima de generación constante para la fabricación de productos innovadores a partir de morteros combinando lodos y materiales locales, lo cual podría ser aprovechado por la comunidad y empresas del sector.

Esta investigación contribuye a minimizar la problemática de los efectos negativos que puedan tener los lodos de potabilización de aguas en el ambiente. Como técnica aprovechamiento de lodos de plantas potabilizadoras de agua se puede decir que existe una buena viabilidad técnica en la fabricación de morteros y artesanías a partir de lodos de potabilización de agua como materia prima.

6. Referencias

- Conagua. (s.f.). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales. Recuperado de <http://mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>
- D. R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). Estadísticas del Agua en México. México: InDesign e Ilustrador C
- Filho SS 1, Piveli RP, Cutolo SA, de Oliveira AA. (2013). Planta de tratamiento de aguas de eliminación de lodos en estanques de estabilización. *Agua Sci Technol.* 67 (5): 1017-25.
- Norma Técnica Colombiana No. 3356. Icontec. Bogotá, Colombia, 17 de Mayo de 2000.
- Norma Técnica Colombiana No. 3546. Icontec Internacional. Bogotá, Colombia, 28 de Mayo de 2003.
- Norma Técnica Colombiana No. 4076. Icontec Internacional. Bogotá, Colombia, 19 de Noviembre de 2014.
- Torres P, Hernandez D. y Paredes D. (2012). Resumen Uso productivo de lodos de plantas de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos, *Revista Ingeniería de Construcción*, Volumen 27 N° 3.
- Walsh M.E., Lake C y Gagnon G. (2008). Rutas estratégicas para la gestión sostenible de residuos de plantas de tratamiento de agua. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 7 (1): 45- 52.

Asistente Virtual en el Sistema de Gestión Seguridad de la Información para Gestor de Base de Datos ORACLE

Jeanneth Alvarado Abarca
Universidad Nacional, Académica, Costa Rica
holaj Janet@gmail.com

Josué Naranjo Cordero
Universidad Nacional, Académico, Costa Rica
jnaranjo@una.cr

Pablo Chaves Murillo
Universidad Nacional, Académico, Costa Rica
pchaves11@gmail.com

Resumen

El riesgo nunca es totalmente eliminable, por lo que es necesario definir una estrategia de aceptación de riesgo y especificar los niveles de riesgo aceptable. Lo primordial de la metodología es que los resultados obtenidos sean comparables y repetibles para evitar grados de subjetividad que falseen la valoración de los riesgos. Una estrategia de evaluación de riesgos en una organización puede efectuarse siguiendo la norma internacional ISO 27000, mediante el modelo de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, los cuales se aplican para estructurar todos los procesos de la norma. La solución propuesta en este trabajo brinda soporte al SGSI mediante un Sistema de Información, siguiendo el modelo PDCA de la Norma ISO 27001. Con tres simples pasos: Guardar una consulta SQL, ejecutar automáticamente la consulta mediante parámetros que definan la ejecución y enviar correos electrónicos con los resultados a las direcciones que el sistema seleccione.

Palabras clave

Riesgo, ISO, 27000, 27001

1. Introducción

Las organizaciones cada día dependen más de los sistemas informáticos, la mayoría de las empresas dependen de sistemas de información que gestionan los datos, es decir, la información más valiosa que tiene la compañía. Resguardar dicha información aumenta el espectro de riesgos a la que se ve expuesta: atacantes informáticos, robo, destrucción, filtración o extorsión por información confidencial son algunos ejemplos de los riesgos a los que se expone la información.

La forma más sencilla de dar respuesta a las necesidades de información para la toma de decisiones con relación a la gestión del riesgo es mediante el desarrollo de aplicaciones o adquiriendo una herramienta capaz de facilitar y realizar de forma automatizada algunas de las tareas de proceso de análisis y gestión de riesgos, especialmente aquellas que manualmente son más costosas.

Ante el crecimiento exponencial que tienen los servicios informáticos y el océano de

datos que se generan día a día en las organizaciones, minimiza la capacidad de los funcionarios de control interno, auditoría o seguridad de la información de realizar controles manuales de forma eficiente y oportuna. De manera que, si la organización está siendo objetivo de un ataque informático malicioso o hay una fuga de información confidencial, la detección por medio de los mecanismos manuales no es la óptima.

Ante esta situación surge la necesidad de crear herramientas informáticas que automaticen los procesos de control y monitoreo de la seguridad, brindando soporte a los sistemas de gestión de seguridad informática.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Brindar soporte al SGSI mediante el modelo PDCA seguido en la Norma ISO 27001 y al cumplimiento de los Principios de Auditoría establecido en la Norma ISO 19011 mediante un Sistema de Información para el Seguimiento de Transacciones.

2.2. Objetivos específicos

- Planificar procesos realizando la evaluación de riesgos de seguridad de la información y la selección de controles adecuados, utilizando comparaciones con datos parametrizables de acuerdo con lo establecido por la auditoría interna.
- Implantar consultas que se ejecuten de forma automática sobre una base de datos definida para propósitos de auditoría.
- Enviar alertas por medio de correo electrónico a los funcionarios encargados de realizar las evaluaciones correspondientes de acuerdo con las transacciones analizadas con el objetivo revisar y evaluar el desempeño.
- Generar reportes que ayuden a generar acciones correctivas y preventivas, cuando sea necesario para llevar de vuelta el SGSI a máximo rendimiento.

3. Marco Teórico

3.1. Auditoría

Desde el enfoque que nos dirigimos en este trabajo, debemos retomar algunos conceptos importantes para dar un soporte teórico a esta propuesta.

Auditoría, según textos encontrados en la ISO 19011:2011, es un proceso sistemático, independiente y documentado para recolectar las evidencias y evaluarlas con el propósito de que se cumplan los criterios de la auditoría.

Según la definición de Ron Weber, El proceso de recolectar y evaluar evidencia para determinar si un sistema informático protege los activos, mantiene la integridad de los datos, alcanza los objetivos de la organización de manera eficaz y consume recursos eficientemente.

La Auditoría Informática reúne las características anteriores agregando el enfoque que se le debe dar a los sistemas informáticos, manteniendo la integridad de los datos y llevando a cabo los fines de la organización con la utilidad eficaz de los recursos.

Además, podemos distinguir distintas clases de auditorías, dependiendo de las personas

que la ejecuten. Tenemos Auditorías Externas cuando los auditores son personas ajenas a la organización contratadas por la misma organización o bien ordenadas por medios judiciales. Tenemos las Auditorías Internas, que en nuestro caso son las que nos interesa, porque se realizan por las personas dentro de la organización que tienen acceso y medios para establecer los procesos que garanticen los objetivos de la auditoría.

3.2. *¿Qué es SGSI?*

SGSI es el nombre en siglas para referirse a un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información. La seguridad de la información conlleva la preservación y conservación de tres de sus atributos que serían: confidencialidad, integridad y disponibilidad, adicionalmente se debe tener en cuenta la trazabilidad y la autenticidad de la información, así como de los sistemas implicados en su tratamiento, dentro de una organización.

Para asegurar que la seguridad de la información sea gestionada de manera adecuada se debe asegurar los aspectos relevantes:

- Confidencialidad: La información no debe ser accedida por quien no tenga la autorización. No debe confundirse con privacidad que es solamente un grado de confidencialidad.
- Integridad: la información debe ser exacta y completa. No debe tener alteraciones no autorizadas.
- Disponibilidad: la información debe estar disponible para su acceso y utilización

El estándar ISO 27001, sistema de gestión de la seguridad de la información, establece los requisitos para la gestión del SGSI y su auditoría.

La familia de la ISO 27000

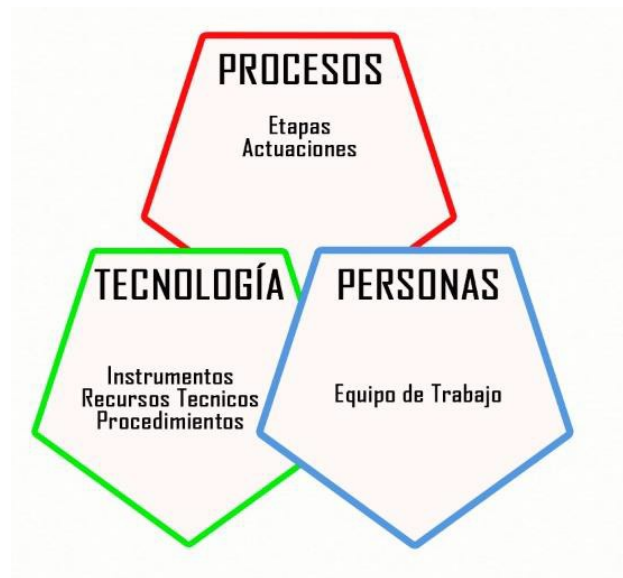
- 27001- Requerimientos del SGSI
- 27002- Buenas prácticas en seguridad
- 27003- Gestión del riesgo en el SGSI
- 27004- Métricas y mediciones del SGSI
- 27005- Guía de implementación del SGSI
- 27006 en adelante- Diferentes temas de la seguridad de información.

La norma ISO 27001 describe los requisitos de un sistema de gestión de la seguridad de la información. Es la base del proceso de auditoría y certificación de los sistemas de seguridad de información de las organizaciones.

3.3. *Integración de los Sistemas de Gestión*

Los Sistemas de Gestión, son integrables entre sí, ya que contemplan partes comunes que se pueden realizar y documentar a la vez, lo que facilita su implementación.

Figura 1, Integración de Sistemas de Gestión.



Fuente: Elaboración propia.

3.4. *Sistemas gestores de bases de datos (SGBD)*

Los sistemas gestores de bases de datos son sistemas informáticos especializados en gestionar grandes cantidades de información, proporcionar fiabilidad de la información almacenada, proveer mecanismos para la manipulación de la información, y definir estructuras para almacenar los datos. (A. Silberschatz, H. Korth, S. Sudarshan, 2002).

3.5. *Oracle*

Oracle Corporation es una de las mayores compañías de software del mundo. Sus productos van desde bases de datos (Oracle) hasta sistemas de gestión. Cuenta, además, con herramientas propias de desarrollo para realizar potentes aplicaciones, como Oracle Designer, o JDeveloper. Oracle surge a finales de los 70 bajo el nombre de Relational Software a partir de un estudio de George Koch sobre los sistemas gestores de base de datos que Computer World definió como uno de los más completos jamás escritos sobre la materia. Este artículo incluía una comparativa de productos que erigía a Relational Software como el más completo desde el punto de vista técnico. Esto se debía a que usaba la filosofía de las bases de datos relacionales, algo que en ese tiempo era desconocido (Mejia, 2009).

Oracle tiene su sede en la localidad californiana de Redwood City, Estados Unidos. La tecnología Oracle se encuentra prácticamente en todas las industrias del mundo y en las oficinas de 98 de las 100 empresas Fortune 100. Oracle es el proveedor mundial líder de software para administración de información, muy por delante de la segunda empresa de su segmento (Mejia, 2009).

3.6. *Arquitectura de un sistema de bases de datos.*

La arquitectura de un sistema de bases de datos está influenciada por el sistema

informático en el que se ejecuta, en particular por aspectos como la conexión en red, el paralelismo y la distribución (A. Silberschatz, H. Korth, S. Sudarshan, 2002).

La distribución de datos a través de las distintas sedes o departamentos de una organización permite que estos datos residen donde han sido generados o donde son más necesarios, pero continúan siendo accesibles desde otros lugares o departamentos diferentes (A. Silberschatz, H. Korth, S. Sudarshan, 2002).

3.7. *Sistemas de Bases de Datos Auditables*

La auditoría informática es una situación creciente y con nuevos retos, se debe considerar la recolección de pistas de auditoría, que son vitales para la tarea del auditor, no se conocen soluciones integrales que sean capaces de interactuar con cualquier gestor de bases de datos y que les permita definir el mundo de cambios a auditar. Eso hace que los auditores deban seleccionar diferentes soluciones dependiendo de la infraestructura de datos del modelo auditado. Es importante mencionar los componentes auditables de una base de datos: los esquemas, las tablas, las restricciones; estos componentes son objeto del desarrollo de este trabajo.

4. Diseño Metodológico.

Mediante el círculo de Deming, o conocido como PDCA (plan-do-check-act) se sigue una metodología recomendada para la implementación de este trabajo.

Después de implementado el software que aporta el generador de las consultas y alertas a la auditoría interna, se establecen pasos sencillos para fortalecer la seguridad en la información de las organizaciones de manera continua, disminuyendo faltas, mejorando eficacia y eficiencia, previniendo riesgos y resolviendo problemas. El método Deming está dividido en 4 etapas en un solo ciclo, de manera que al finalizar se reinicia de nuevo y así sistemáticamente, pero con la salvedad que las actividades son mejoradas a medida que se revisan y son revalidadas, por medio de la misma metodología.

De manera que, siguiendo los pasos del ciclo, vamos a implementar los procesos a seguir para ingresar alertas al software propuesto en este trabajo:

1. Se hacen reuniones con el equipo de auditoría interna de la organización, siendo necesario que un técnico o desarrollador sea parte del equipo y cuente con conocimiento amplio de los esquemas y contenidos de la Base de Datos de la entidad. De esta reunión surgen revisiones que pueden ser planteadas por medio de consultas de datos.
2. Se realizan las consultas, se ingresan al software con todos los datos y parámetros que se definieron en la reunión de equipo. Muy importante es tomar en cuenta que los resultados de estas consultas representan los hallazgos de la auditoría interna, de manera que los destinatarios de los correos que contienen los hallazgos deben de ser bien analizados y aprobados. Se recomienda que se realicen pruebas iniciales con destinatarios del mismo departamento de la auditoría interna, luego de que se repita el ciclo metodológico.
3. El paso de chequeo es cuando son revisadas las alertas que han sido enviadas por la herramienta por medio de los correos, este paso puede ser una etapa del ciclo que sea analizada por algunos miembros de la auditoría interna, eso dependerá de lo

que se establece en el paso de planeamiento.

4. Como último paso, cuando se termina el ciclo, se analizan los resultados de todas las consultas ejecutadas y que han generado alertas, se pueden clasificar como hallazgos de auditoría o bien como recomendaciones internas para la modificación o implementación permanente de revisiones, en algunos casos podrían eliminarse consultas si así se considera prudente.

Este tipo de metodología o ciclo puede aplicarse a varios principios como acciones, que pueden ser correctivas, preventivas y de mejoramiento. En este caso, la metodología cumple con todas las acciones mencionadas porque en un SGSI aplicado por un departamento de auditoría interna, las búsquedas y revisiones son de todos estos tipos y pueden ser implementadas como consultas en una Base de Datos.

5. Propuesta del sistema de apoyo a la auditoría

El sistema de Información para el Seguimiento de Transacciones es una herramienta para ser utilizada por un funcionario de la Auditoría Interna con conocimientos específicos en consultas de base de datos, la generación de consultas y la revisión de las alertas estarán a cargo del departamento de Auditoría Interna.

El sistema realiza consultas a la base de datos, utilizando el esquema general de datos, mediante un proceso almacenado que se ejecute de forma automatizada, preferiblemente en horas no laborales porque beneficia la eficiencia de las consultas al no estar activas las distintas transacciones de la organización.

Esta herramienta aporta un proceso que apoya el SGSI, especialmente mediante el modelo Planear- Hacer-Revisar-Verificar, porque permite crear consultas directamente en los datos de la organización, los resultados de las consultas representan alertas a la auditoría interna que procura la seguridad de la información de la organización. Los rastreos de datos y procesos sospechosos pueden ubicarse en los datos del sistema de Base de Datos y también en los datos transaccionales de la empresa.

Para la implementación del software, se proponen consultas predefinidas y modificables que apoyen directamente la Auditoría en la seguridad de la información.

A continuación, se listan consultas que tienen implicación directa con la seguridad de la información:

5.1. Usuarios con perfil por defecto

En Oracle se crean usuarios y se les asigna un perfil (PROFILE) el cual es asignado de acuerdo con los privilegios que se le definen a cada nuevo usuario. Existen casos donde no es asignado un perfil, lo cual permite que el usuario tenga un perfil por defecto (DEFAULT), esto representa un alto riesgo porque el usuario tendrá muchos privilegios y no debe ser permitido, de manera que se genera una alerta que muestra todos los usuarios su PROFILE sea DEFAULT.

Figura 2, Permisos de un usuario DEFAULT.

Fuente: Elaboración propia

Consulta de usuarios con perfil DEFAULT:

- `select t.* from dba_users t where profile='DEFAULT';`

5.2. Esquemas existentes en la Base de Datos

Un esquema en Oracle se define con la asignación del privilegio “Resource”.

Una consulta importante para la auditoría interna es conocer la lista de esquema existentes de manera periódica, para hacer comparaciones del crecimiento o cambios de los esquemas de la base de datos.

Consulta de lista de ESQUEMAS EXISTENTES:

- `select * from dba_role_privs where GRANTED_ROLE='RESOURCE';`

Figura 3, Esquema con privilegios.

	GRANTEE	GRANTED_ROLE	ADMIN_OPTION	DEFAULT_ROLE
1	WMSYS	... RESOURCE	... NO	YES
2	SCOTT	... RESOURCE	... NO	YES
3	SPATIAL_CSW_ADMIN_USR	... RESOURCE	... NO	YES
4	HR	... RESOURCE	... NO	YES
5	FRSDOMAIN_IAU_APPEND	... RESOURCE	... NO	YES
6	LOGSTDBY_ADMINISTRATOR	... RESOURCE	... NO	YES
7	EXFSYS	... RESOURCE	... NO	YES
8	SPATIAL_WFS_ADMIN_USR	... RESOURCE	... NO	YES
9	OE	... RESOURCE	... NO	YES
10	PM	... RESOURCE	... NO	YES
11	FRSDOMAIN_IAU_VIEWER	... RESOURCE	... NO	YES
12	CTXSYS	... RESOURCE	... NO	YES
13	MDSYS	... RESOURCE	... NO	YES
14	OLAPSYS	... RESOURCE	... NO	YES
15	XDB	... RESOURCE	... NO	YES
16	APEX_030200	... RESOURCE	... YES	YES

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Asignar cuota a los usuarios por tablespace

A cada usuario se le debe asignar una cuota de espacio para cada tablespace, esto permite que los usuarios con privilegios puedan crear los objetos en las tablespaces asignados, también se limita el espacio para almacenar los objetos que el usuario pueda crear.

Cuando este valor de cuota no está siendo asignado, se genera una alerta a la Auditoría para que se realice una revisión.

Ejemplo de una consulta con cuotas asignadas:

Figura 4, Quotas.

```
CREATE USER jward
IDENTIFIED BY password
DEFAULT TABLESPACE data_ts
QUOTA 100M ON test_ts
QUOTA 500K ON data_ts
TEMPORARY TABLESPACE temp_ts
PROFILE clerk
CONTAINER = CURRENT;
```

Fuente: Elaboración propia

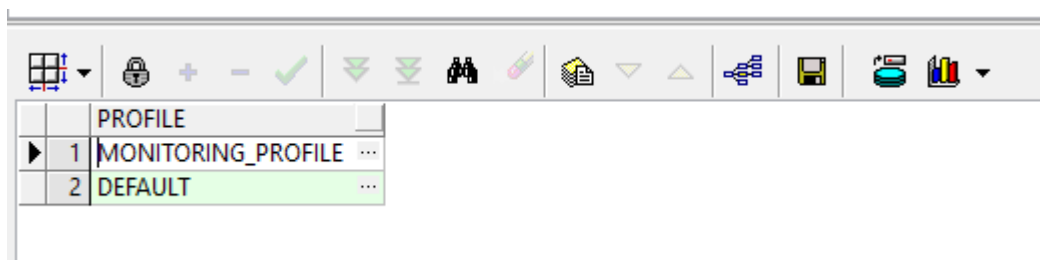
5.4. Seguridad de profile / Perfiles sin restricciones

Una consulta a la tabla de perfiles puede devolver información importante para la auditoría, es una alerta importante, cuando existen perfiles que tengan alguna opción ilimitada.

Consulta de lista de perfiles con opciones ILIMITADAS:

- `select distinct t.profile from Dba_Profiles t where LIMIT='UNLIMITED';`

Figura 5, Lista perfiles con opciones ilimitadas. (Elaboración propia)



	PROFILE
1	MONITORING_PROFILE ...
2	DEFAULT

Fuente: Elaboración propia

5.5. Usuarios bloqueados

Una consulta importante para auditar la seguridad de la base de datos es verificar periódicamente los usuarios que se encuentran bloqueados.

Consulta de lista de usuarios bloqueados:

- `select t.* from dba_users t where DEFAULT_TABLESPACE='USERS' and`

ACCOUNT_STATUS!='OPEN';

Figura 6, Lista de usuarios bloqueados.

	USERNAME	USER_ID	PASSWORD	ACCOUNT_STATUS	LOCK_DATE	EXPIRY_DATE	DEFAULT_TABLESPACE
1	MDDATA	64	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 07:07:23 p. m.	09/10/2013 07:07:23 p. m.	USERS
2	IX	86	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS
3	SH	87	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS
4	DIP	14	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 06:24:49 p. m.	09/10/2013 06:24:49 p. m.	USERS
5	OE	85	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS
6	APEX_PUBLIC_USER	75	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 07:07:23 p. m.	09/10/2013 07:07:23 p. m.	USERS
7	SCOTT	83	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS
8	HR	84	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS
9	SPATIAL_CSW_ADMIN_USR	69	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 06:50:39 p. m.	09/10/2013 06:50:39 p. m.	USERS
10	ORACLE_OCM	21	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 06:25:31 p. m.	09/10/2013 06:25:31 p. m.	USERS
11	SPATIAL_WFS_ADMIN_USR	66	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 06:50:35 p. m.	09/10/2013 06:50:35 p. m.	USERS
12	XSSNULL	2147483638	...	EXPIRED & LOCKED	09/10/2013 06:40:15 p. m.	09/10/2013 06:40:15 p. m.	USERS
13	BI	89	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS
14	PM	88	...	EXPIRED & LOCKED	26/07/2017 03:50:32 p. m.	26/07/2017 03:50:32 p. m.	USERS

Fuente: Elaboración propia

5.6. Modificación de datos sin usuario

En Oracle existen usuarios y esquemas, los dos funcionan para ingresar a la base de datos con un nombre y una contraseña. La diferencia es que el esquema puede crear objetos (tablas, procedimientos, paquetes, vistas, disparadores, funciones) y el usuario solo puede utilizarlos.

Una buena recomendación es que debe existir la bitácora para las tablas principales de los sistemas, en caso de que exista, se debe verificar e incluir los datos del equipo, usuario, fecha, tabla, campos, valor nuevo, valor antiguo. Sobre esta tabla se puede verificar que las acciones sean realizadas por un usuario y no un esquema.

Adicional a las consultas predefinidas anteriores, también se hacen propuestas alternas para apoyar las normas ISO relacionadas con la seguridad de la información. Con estas propuestas pretendemos aportar ideas para conocer la capacidad del software y de este trabajo.

A continuación, se presentan acciones que pueden ser tratadas con el software, apoyadas en las normas ISO y con implicaciones en la seguridad de la información de las organizaciones:

- Monitoreo continuo de acuerdo con la ISO 27005 en su cláusula 12, donde estipula que las organizaciones deben asegurarse de que se supervise continuamente los nuevos activos que se incluyan en la gestión de riesgos, así como cualquier modificación que a estos se realice. Por lo tanto, las actividades de monitoreo de riesgos deben repetirse regularmente y las opciones seleccionadas para el tratamiento de riesgos deben revisarse periódicamente. Para este tipo de monitoreo se pueden generar consultas que puedan realizar las revisiones periódicamente, agregando así a la organización un tipo de auditoría en los riesgos posibles y cuando ocurran cambios importantes en los activos mencionados.
- Monitoreo continuo de acuerdo con ISO 27005 en su cláusula 9, donde se definen la modificación de los riesgos. Por medio de este software, se generan consultas que definan los controles necesarios para la aceptación y el monitoreo de los riesgos aceptados por la organización. Por ejemplo, debilidades técnicas, como la capacidad de administración (requisitos de soporte operativo) pueden impedir el uso de ciertos controles o inducir un error humano anulando el control, por ejemplo, en la creación de contraseñas robustas, por falta de capacitación adecuada los usuarios pueden escribir contraseñas débiles. Es un punto de control común en las revisiones de auditoría, que se debe hacer

periódicamente, utilizando el software mencionado, este tipo de riesgo se minimiza o se elimina, ya que el monitoreo del control es permanente y los hallazgos se canalizan a la persona adecuada para su tratamiento y mejora. Vamos a llamar ALERTAS a las ideas que generan las consultas que alimentan el sistema o ASISTENTE VIRTUAL.

El sistema realiza tres funciones específicas:

- Guardar una consulta SQL, para realizar esta función se utiliza una herramienta de consulta opcional, se crea la consulta SQL, se valida y luego se guarda el archivo tipo sql para que el sistema lo cargue y almacene.
- Ejecutar automáticamente la consulta, se realiza un proceso automático diario. Las consultas deben tener parámetros que definan la ejecución específica para cada consulta:
 - Un dato que defina si la consulta se encuentra activa.
 - La cantidad de días que definan la periodicidad de la consulta.
 - La fecha de la última vez que se realizó la consulta.
- Enviar correos electrónicos, de acuerdo con los resultados de las consultas, el sistema debe enviar correos a las direcciones que el sistema seleccione. Los destinatarios por puesto, cada puesto debe tener un funcionario a cargo y la dirección de correo electrónico. Cada correo enviado debe tener los siguientes datos:
 - Remitente:
 - Destinatario(s)
 - Asunto
 - Líneas para mensajes
 - Líneas de datos, estos dependen de cada consulta.

5.7. Generación de alerta por funcionarios externos a la Auditoría

Las consultas que se ingresen al asistente virtual pueden surgir de distintas fuentes, todas las ideas externas a la Auditoría Interna son aportes valiosos, la proyección es que el sistema sea alimentado por los mismos funcionarios que con las experiencias e ideas puedan generar alertas.

Para eso se crea un canal de comunicación entre los funcionarios y la Auditoría Interna. El medio es el correo interno y las alertas nacen de una consulta que debe ser enviada al funcionario a cargo.

Para este fin se solicitan los siguientes datos:

- Consulta: Un texto descriptivo de la solicitud, se debe especificar con detalles la lógica de la consulta, procurando utilizar los datos y/o parámetros del sistema.
- Destinatarios: Asignar el o los funcionarios a quienes deben llegar el correo de Alerta.
- Asunto: aquí se describe brevemente el interés principal de la consulta. Ejemplo: Usuario sin Autorización, Contraseña Débil, Consultas repetitivas, etc....
- Mensaje de Alerta: se describe más extenso y describiendo los parámetros, la idea que genera la consulta. Ejemplo: Se ha realizado un intento de ingreso al esquema XX con un usuario inválido.
- Datos: se detallan los datos que deben incluirse en el mensaje del correo.

Ejemplo:

- Fecha
- Tabla, esquema o aplicación de BD.
- Usuario
- Intentos
- Mensaje de pie: Un texto con una indicación general. Ejemplo: Favor proceder a revisar el usuario xyz.
- Periodicidad: Es recomendable establecer una periodicidad en días para la ejecución de las consultas, pueden ejecutarse automáticamente una vez al día o cumpliendo con los períodos que se establezca.
- Estado de la consulta: Este parámetro establece si la consulta está activa o inactiva, es importante que los responsables de las consultas ingresadas al sistema reporten al encargado si la consulta pierde efectividad o importancia, de manera que se pueda inactivar la ejecución de dicha consulta, esto evita el envío de correos innecesarios y ayuda a mejorar el rendimiento del proceso automático de ejecución del programa.

6. La propuesta auditoría y seguridad

La propuesta ofrece una forma de realizar consultas y generar alertas que apoyen el SGSI, por este medio se pueden crear alertas que surgen de una eventualidad o de un control auditable, pero se mantienen en el tiempo y permanecen generando revisiones de auditoría aun cuando han pasado los momentos de la generación de la consulta.

Se pueden crear varios tipos de consultas a la base de datos, como una forma de ejecutar controles permanentes o eventos aislados. También se puede generar consultas que alerten a la auditoría interna de los movimientos de usuarios incluyendo el mismo DBA.

El aporte a la organización radica en la generación de controles y auditorías, puede ser de los negocios o transacciones derivadas, o bien de la seguridad establecida por la empresa para los movimientos de los datos almacenados en la base de datos.

Este trabajo no solo representa seguridad a niveles grandes de transacciones en donde es difícil tener el control de los movimientos de la información, sino también es un aporte para las pequeñas y medianas organizaciones que puede apoyarse en esta herramienta para generar y recibir alertas de las transacciones básicas y cotidianas como por ejemplo saldo de efectivo en una organización comercial o bien control de horarios en el departamento de Recursos Humanos.

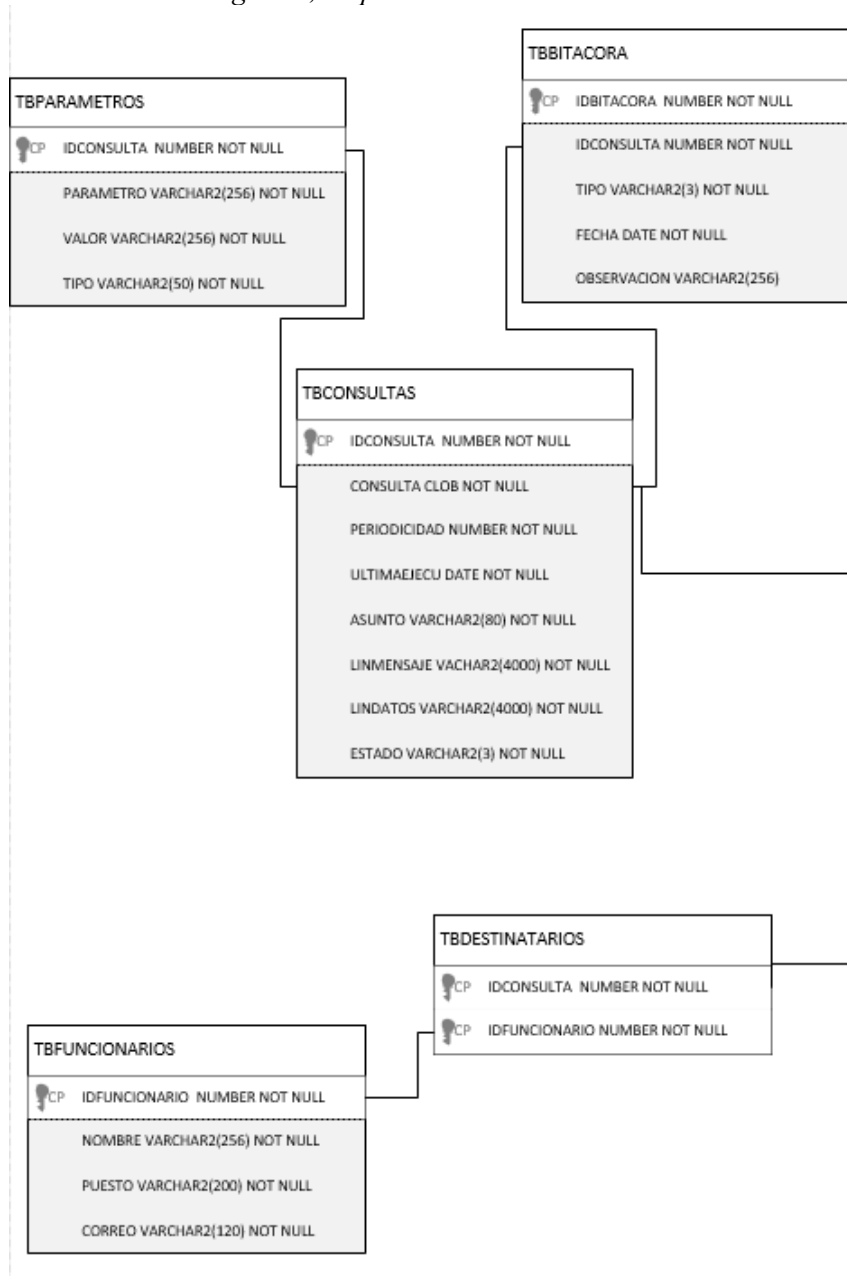
Existen diferencias notables en una organización después de una implementación de este tipo de software, porque este software ofrece envío de alertas permanentes y automáticas, que después de ser generadas no van a tener que retomarse en futuras revisiones de auditorías, al contrario, la auditoría va a recibir alertas constantes por vía correo electrónico y esto va a mantener un buen sistema de seguridad, estas misma alertas que pudieron surgir de una consulta pasada y olvidada, eventualmente pueden generar nuevas pistas de auditoría al cambiar condiciones de la empresa, o básicamente mantener controles a través del tiempo sin que esto genere carga de trabajo repetido en un departamento de auditoría interna.

7. Diseño y Desarrollo

A continuación, se presenta la propuesta de diseño y desarrollo para el trabajo del software, una propuesta generada de acuerdo con las ideas de cumplir con un SGSI estándar para cualquier tipo y tamaño de organización, a la vez modificable y ajustable de acuerdo con las necesidades de la misma empresa y su herramienta de motor de base de datos.

7.1. Esquema de la base de datos

Figura 7, Esquemas de Base de Datos.



Fuente: Elaboración propia

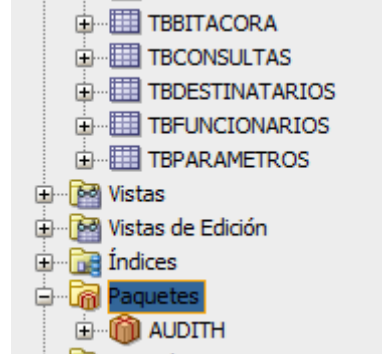
7.2. Implementación y desarrollo

El desarrollo se dividió en dos segmentos principales, desarrollo de bases de datos y desarrollo de la aplicación.

7.3. Bases de Datos

- Esquema de Bases de Datos: A nivel de bases de datos, se procedió a crear el esquema TRACKER con las tablas indicadas en el diagrama.

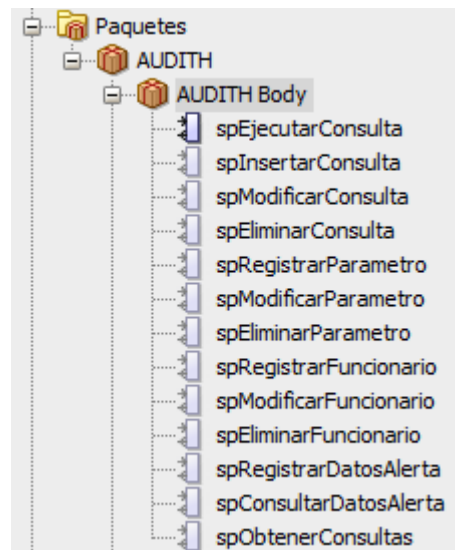
Figura 8, Esquemas creado en base de datos.



Fuente: Elaboración propia

- Paquetes de Bases de Datos: A nivel de paquetes de bases de datos, se procedió a crear a un paquete denominado “AUDITH” que posee todos los procedimientos almacenados necesarios para el funcionamiento del sistema.

Figura 9, Paquete AUDITH.



Fuente: Elaboración propia

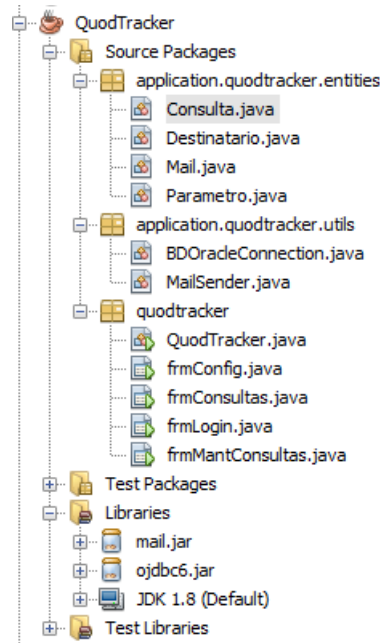
- Tarea programa de la base de datos: Se crea una tarea programada dentro de la base de datos que ejecute todos los días a la 1:00 a.m., y que ejecute el procedimiento almacenado spEjecutarConsulta.

- Paquete DBMS_SQL: Oracle provee el paquete DBMS_SQL cuya característica principal es la de permitir la ejecución dinámica de sentencias SQL con la sintaxis requerida, sustituyendo los parámetros de manera dinámica para evitar inyección SQL.

7.3.1. Aplicación

- Arquitectura de la aplicación: La arquitectura de la aplicación fue dividida en 3 paquetes:
 - Un paquete de entidades: Donde se encuentran las clases que hacen referencia a las entidades de la base de datos.
 - Un paquete de utilitarios: Donde se encuentran las clases que permiten la conexión a bases de datos y el envío de correos electrónicos.
 - Un paquete de presentación: Donde se encuentran las pantallas que serán ejecutadas por la aplicación.

Figura 10, Paquete de la aplicación.



Fuente: Elaboración propia

- Librería JavaMail. Se utiliza una librería de java, JavaMail es distribuida como software libre para poder enviar los correos electrónicos. Con dicha librería se creó la clase MailSender.java que realiza la comunicación con la plataforma de correo electrónico y a su vez envía el mismo al destinatario indicado.

8. Aportes y Resultados

En esta sección se realizan las pruebas unitarias y se documentará las pruebas del software.

8.1. Caso práctico 1: Detección de ataque de fuerza bruta al usuario SYTEM de Oracle.

Teniendo presente que las cuentas por default de Oracle representan un objetivo clave para un atacante (M. Mushfiqur, 2014), se utilizará como caso de prueba la detección de un ataque de fuerza bruta al usuario SYSTEM de Oracle.

- Registro de Consultas en la aplicación. La consulta registrada detecta la cantidad de intentos fallidos por parte del usuario SYSTEM.

Figura 11, Registro de consulta y datos generales.

The screenshot shows a web application window with a tabbed interface. The left pane displays a SQL query under the heading "Consulta Principal SQL:":

```
SELECT NAME,  
       LCOUNT  
FROM USERS  
WHERE  
       LCOUNT>0 AND NAME = :defaultUser;
```

The right pane has four tabs: "Datos Generales", "Plantilla Correo", "Destinatarios", and "Parametros". The "Plantilla Correo" tab is active, showing the following fields:

- Asunto:** Ataque de fuerza bruta al usuario SYSTEM
- Lineas de Mensaje:** Se ha detectado un ataque de fuerza bruta al usuario SYSTEM, se recomienda aplicar medidas en coordinación con Bases de Datos y Seguridad de la Información.
- Lineas de Datos:** (Empty text area)

At the bottom of the right pane, there is a note: "PRESIONE F4 PARA INSERTAR VARIABLES". At the bottom right of the window, there are two buttons: "Salir" and "Guardar".

Fuente: Elaboración propia

Figura 12, Registro de plantilla de correo asociada.

Consulta Principal SQL:

```
SELECT NAME,
        LCOUNT
FROM USERS$
WHERE
        LCOUNT>0 AND NAME = :defaultUser;
```

Datos Generales | **Plantilla Correo** | Destinatarios | Parametros

Correo:

Puesto:

Funcionario:

Correo	Puesto	Funcionario
vfonseca@asw.com	Enc. Ciberseguridad	Valeria Fonseca
jalvarado@asw.com	Auditora Interna	Jeanneth Alvarado
mSolis@asw.com	Enc. Bases de Datos	Marlon Solis

Fuente: Elaboración propia

Figura 13, Registro de destinatarios.

Consulta Principal SQL:

```
SELECT NAME,
        LCOUNT
FROM USERS$
WHERE
        LCOUNT>0 AND NAME = :defaultUser;
```

Datos Generales | Plantilla Correo | Destinatarios | **Parametros**

Parametro:

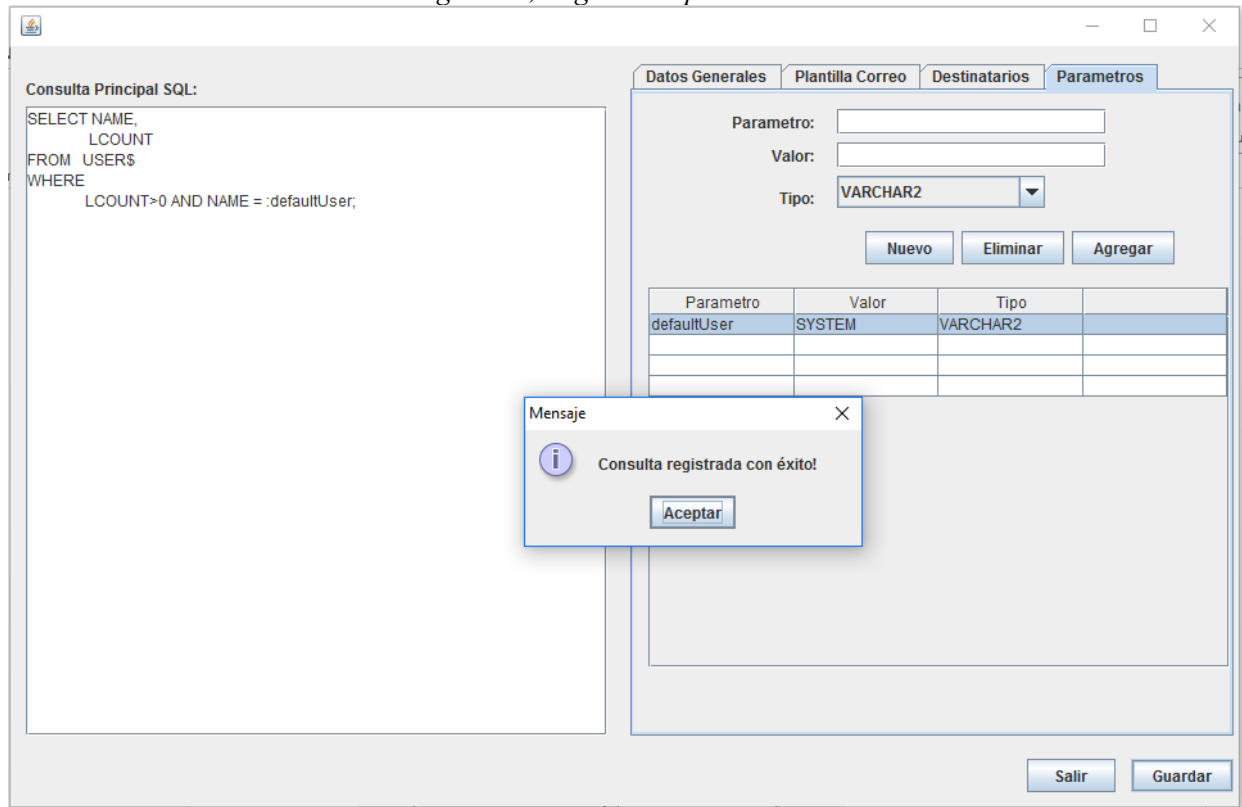
Valor:

Tipo: VARCHAR2

Parametro	Valor	Tipo
defaultUser	SYSTEM	VARCHAR2

Fuente: Elaboración propia

Figura 14, Registro de parámetros.



Fuente: Elaboración propia

- Ejecución dinámica del paquete DBMS_SQL.

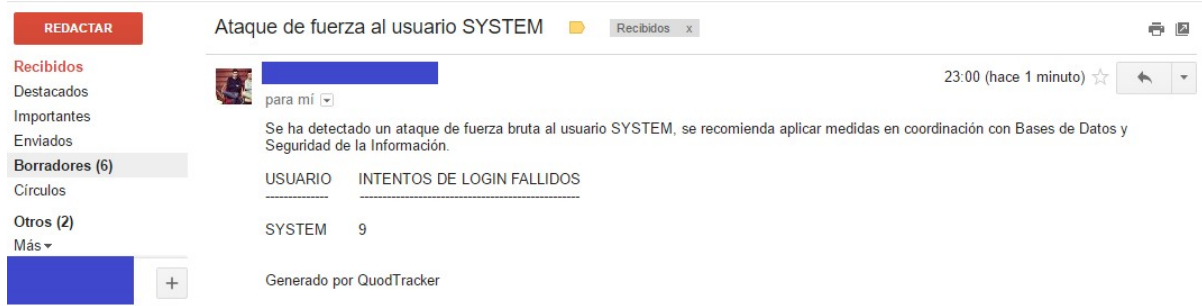
Figura 15, Registro exitosa de la consulta.

```
Conectando a la base de datos SYSDB.  
USUARIO: SYSTEM  
Intentos de Login fallidos: 9  
El proceso ha terminado.  
Desconectando de la base de datos SYSDB.
```

Fuente: Elaboración propia

- Alertas en el correo electrónico.

Figura 16, Ejecución dinámica de la consulta.



Fuente: Elaboración propia

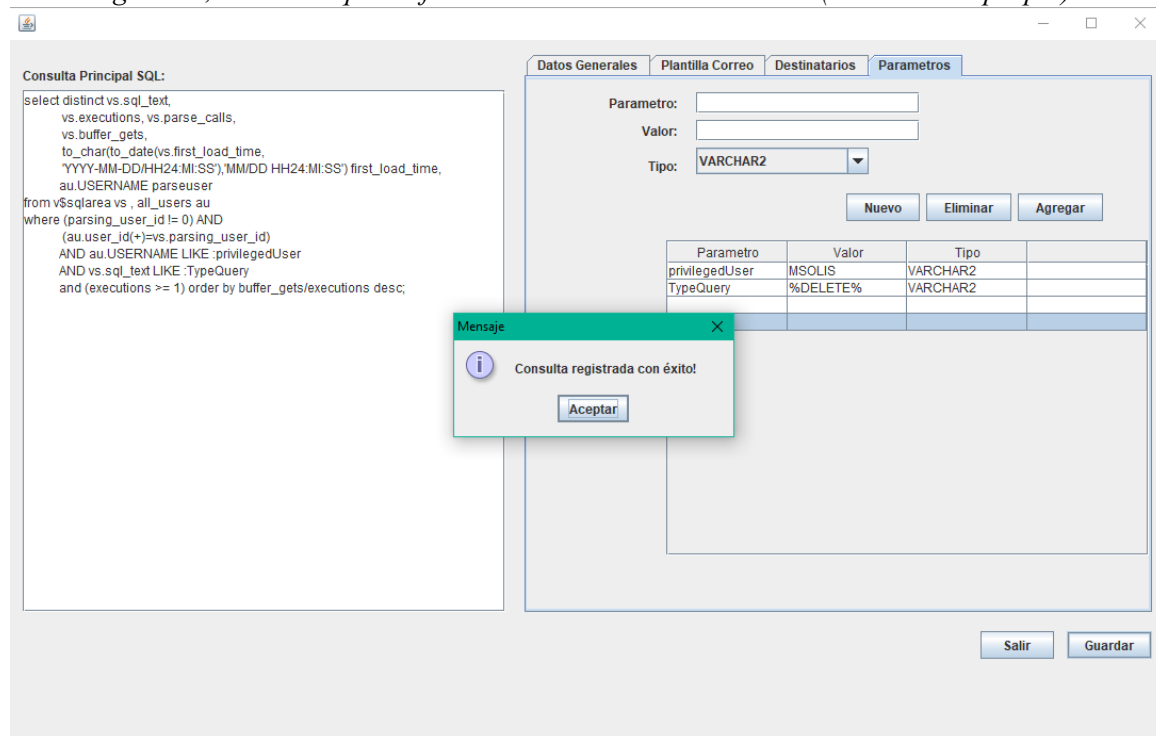
8.2. Caso práctico 2: Automatización de monitoreo de seguridad sobre cuentas privilegiadas.

La herramienta propuesta también logra automatizar el monitoreo de seguridad en las bases de datos, ya que el monitoreo dinámico es también un elemento esencial de la evaluación de vulnerabilidad y permite ir más allá de evaluaciones estáticas. (J. Villalobos, 2012).

Uno de los elementos esenciales que deben ser monitoreados son los usuarios privilegiados ya que muchos ataques más comunes se hacen con privilegios de usuario de alto nivel (J. Villalobos, 2012).

Para el ejemplo se pretende monitorear las últimas sentencias SQL ejecutadas por el Administrador de bases de datos con periodicidad diaria que involucren el eliminado de datos de las tablas.

Figura 17, Alerta ataque de fuerza bruta al usuario SYSTEM. (Elaboración propia)



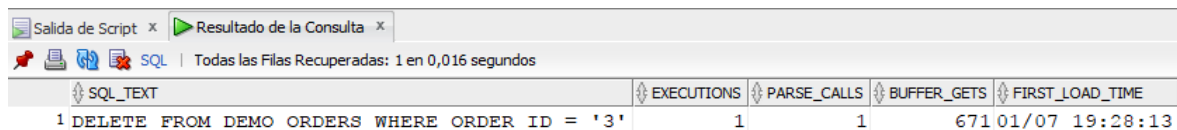
Fuente: Elaboración propia

A continuación, la consulta:

- `select distinct vs.sql_text, vs.executions, vs.parse_calls, vs.buffer_gets, to_char(to_date(vs.first_load_time, 'YYYY-MM-DD/HH24:MI:SS'),'MM/DD HH24:MI:SS') first_load_time,au.USERNAME parseuser from v$sqlarea vs , all_users au where (parsing_user_id != 0) AND (au.user_id(+)=vs.parsing_user_id) AND au.USERNAME LIKE 'TRACKER' AND vs.sql_text LIKE '%DELETE%' and (executions>= 1) order by buffer_gets/executions desc;`

Resultado de consulta:

Figura 18, Resultado consulta SQL para monitorear consultas de los DBA.

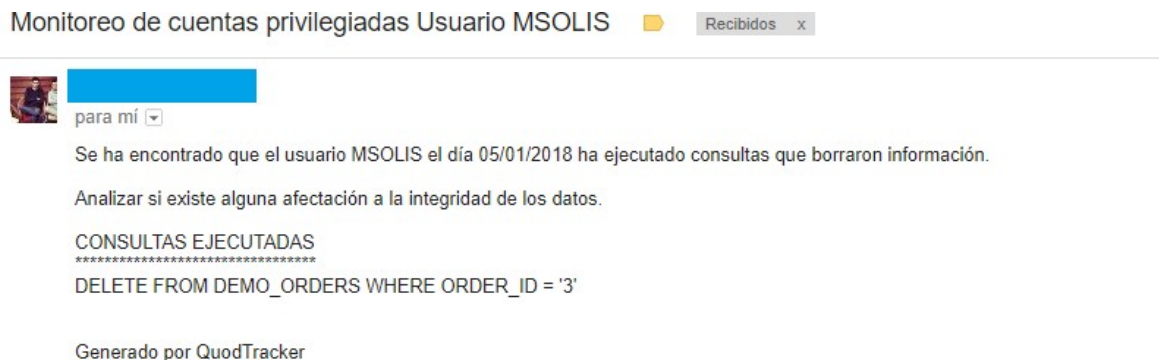


SQL_TEXT	EXECUTIONS	PARSE_CALLS	BUFFER_GETS	FIRST_LOAD_TIME
1 DELETE FROM DEMO_ORDERS WHERE ORDER_ID = '3'	1	1	671	01/07 19:28:13


Fuente: Elaboración propia

Correo de la alerta:

Figura 19, Alerta de consulta SQL para monitorear consultas de los DBA.



Monitoreo de cuentas privilegiadas Usuario MSOLIS ■ Recibidos x

 para mí ▾

Se ha encontrado que el usuario MSOLIS el día 05/01/2018 ha ejecutado consultas que borrarón información.

Analizar si existe alguna afectación a la integridad de los datos.

CONSULTAS EJECUTADAS

DELETE FROM DEMO_ORDERS WHERE ORDER_ID = '3'

Generado por QuodTracker

Fuente: Elaboración propia

9. Conclusiones y recomendaciones

- La aplicación desarrollada permite mantener un monitoreo programado completamente adaptado a las necesidades de la seguridad informática en las bases de datos de una organización, al permitir que la aplicación ejecute las consultas SQL y generando las alertas de comportamientos sospechosos, los cuales pueden representar el rastro de un ataque.
- Los sistemas de gestión de Seguridad Informática tendrían un soporte específico dentro de la base de datos, permitiendo que los especialistas en seguridad de la información se enfoquen en el desarrollo de las estrategias de recuperación y protección de la información teniendo como insumo de valor agregado las alertas generadas por la aplicación, aporte que tendría un desarrollo más lento si los procesos de detección se hicieran de manera manual.
- La eficiencia de la herramienta dependerá del enfoque de las consultas que sean

desarrolladas y puestas en el control de generación de alertas, por lo que es muy valioso que la Auditoría Interna busque generar la conciencia de generar y actualizar constantemente las consultas de monitoreo, en este punto se ha recomendado utilizar el ciclo de Deming.

- Los datos generados por bitácoras del propio gestor de base de datos o bien generados por una aplicación, son almacenados y aportan valiosa información para la empresa, pero en la mayoría de las ocasiones no son conocidos ni consultados con regularidad, por lo que una consulta automática con salidas por medio de correo electrónico aporta revisiones oportunas utilizando dichos datos.
- Esta herramienta aporta eficiencia implícita, porque los correos electrónicos de salida hacen que el departamento de auditoría interna tenga presente la utilidad de uso y de esta manera incentiva para ingresar más consultas.
- Las ideas de este trabajo se basaron en el gestor de base de datos Oracle por su poder y tamaño, procurando así que este software se magnificara en la auditoría macro, pero es importante mencionar que estas ideas y planteamientos pueden ser utilizadas en otros tipos de gestores sin mayores cambios, lo importante del trabajo presentado es generar ideas de auditoría poco exploradas y con gran aporte a la seguridad de la información de cualquier organización.
- La diferencia que podemos mencionar en una organización que cuente con este software y una que no, es que la auditoría interna de Tecnologías de la Información va a contar con revisiones periódicas sin que sean partes de una revisión programada que lleva tiempo y recursos. Esta generación de alertas se hace una primera vez y quedarán implementadas permanentemente, siendo modificables y mejorables con el tiempo y la experiencia generada. Las organizaciones cuentan con esta fuente de datos (Base de Datos) y no son explotadas por la auditoría para la seguridad de la información porque no cuentan con los medios idóneos, este trabajo da apoyo a esta labor.
- Se recomienda una versión avanzada de este software, de acuerdo con las experiencias obtenidas, se crean nuevas tablas de base de datos para almacenar los datos de los hallazgos, los cuales funcionan como parámetros para nuevas consultas. Por ejemplo, se guardan los datos de las listas obtenidas como el caso de los tamaños de los tablespaces, entonces se puede hacer la comparación con las nuevas listas y detectar crecimientos desmedidos.
- Actualmente una versión de este software se encuentra instalado en dos entidades una entidad financiera y una entidad gubernamental. El departamento de auditoría interna de la entidad financiera ha obtenido hallazgos importantes en las transacciones comerciales de la entidad, por ejemplo, en el cumplimiento de la ley de legitimación de capitales que está establecida por el gobierno de Costa Rica. Este no es un riesgo implícito de la seguridad informática, pero sí ayuda para el cumplimiento de una ley por medio de los datos almacenados y los medios tecnológicos.

10. Referencias

- AENOR. (Noviembre de 2014). www.aenor.es. Obtenido de <http://www.aenor.es/aenor/normas/iso/buscadoriso.asp?modob=S#.WJjn-FPhDDc>
- Aguillón, E. (2012). *Universidad Nacional Autónoma de Mexico*. Obtenido de <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/criptografia/criptografia/index.php/1-panorama-general/12-historia-de-la-criptografia>

- Aguirre, J. (15 de 03 de 2012). *Crypt4you*. Obtenido de <http://www.criptored.upm.es/crypt4you/temas/RSA/leccion1/leccion01.html>
- DeLuz, S. (16 de 11 de 2010). *Criptografía : Algoritmos de cifrado de clave asimétrica*. Obtenido de <http://www.redeszone.net/2010/11/16/criptografia-algoritmos-de-cifrado-de-clave- asimetrica/>
- DeLuz, S. (4 de 11 de 2010). *Criptografía : Algoritmos de cifrado de clave simétrica*. Obtenido de <http://www.redeszone.net/2010/11/04/criptografia-algoritmos-de-cifrado-de-clave- simetrica/>
- Mejia, A. (20 de 02 de 2009). *Historia de Oracle*. Obtenido de <http://arbeymejia-historiaoracle.blogspot.com/2009/02/historia-de-oracle.html>
- Oracle. (2016). *Oracle*. Obtenido de <https://www.oracle.com/es/products/database/enterprise-edition/overview/index.html>
- Seguridad Informatica . (14 de 09 de 2007). *Seguridad Informatica* . Obtenido de <https://seguinfo.wordpress.com/2007/09/14/%C2%BFque-es-rsa/>

Sistema web de muestreo, trazabilidad y análisis de ensayos para laboratorios de análisis de aguas

Josías Ariel Chaves Murillo Universidad Nacional, Costa Rica

jachmuril@gmail.com

Josué Naranjo Cordero Universidad Nacional, Costa Rica

josue.naranjo.cordero@una.cr

Resumen

Se presenta el proyecto denominado sistema web de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos para laboratorios de análisis de agua que fue implementado en el Instituto de Investigaciones en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica. El objetivo del proyecto fue crear un conjunto de aplicaciones informáticas que permitieran mejorar el proceso de análisis de la calidad de las aguas. Se creó una aplicación móvil para los muestreos en campo digitalizando y estructurando el proceso de muestreo. Además, una aplicación web que integra los procesos de recepción de muestra, trazabilidad y análisis de ensayos en un único sistema informático que permite disminuir los tiempos de respuesta correspondientes a trámites administrativos y procedimentales. Lo anterior es soportado por un conjunto de servicios web para la automatización, trazabilidad, seguridad y sincronización de la información que vieja por internet desde los dispositivos móviles hasta las computadoras del laboratorio. Los resultados informan sobre los módulos y funcionalidades desarrolladas de las aplicaciones mencionadas y sus asociados con los objetivos planteados.

Palabras clave

Laboratorio, calidad del agua, sistema informático.

1. Introducción

El Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD) indica en su objetivo de desarrollo sostenible número seis que “con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles” (PNUD, 2015).

Además, El PNUD (2015) para este mismo objetivo plantea la siguiente meta: De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

Para alcanzar la meta planteada es fundamental contar con sistemas informáticos que colaboren con el control de la información obtenida mediante los procesos de los entes relacionados con la medición de los parámetros químicos y microbiológicos que estén causando la contaminación en aguas residuales.

Por lo anterior, se ha planteado una propuesta que consiste en el diseño e implementación de un conjunto de aplicaciones informáticas para la gestión de muestras de

agua y su respectivo análisis, implementadas en el laboratorio de Análisis de Aguas del Instituto de investigaciones en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica.

El INISA es una unidad académica multidisciplinaria dedicada a la investigación en el campo de la salud humana y de las ciencias relacionadas a este tema. Desarrolla su actividad por medio de secciones y programas, que a su vez están constituidas por proyectos de investigación (INISA, 2019).

El sistema computacional desarrollado en el proyecto consiste en la integración de tres macroprocesos: recolección de muestras, trazabilidad o seguimiento de muestras y análisis de ensayos.

El proceso de recolección de muestras consiste en que los muestreadores, que se desplazan por todo el país, realizan un trabajo de campo donde toman las muestras de agua con sus respectivas características que pueden ser temperatura, pH, cloro o cualquier otro parámetro que sea requerido, asignándole un número a dicha muestra para su trazabilidad en el laboratorio.

El proceso de trazabilidad o seguimiento de las pruebas es ejecutado cuando las muestras son obtenidas y se entregan al laboratorio para su posterior análisis. Cada una de las muestras puede ser de diferentes características y ser sometidas a distintos ensayos, por lo que debe existir un mecanismo para dar el seguimiento adecuado a dichas muestras y adjuntar los resultados respectivos.

Por último, el proceso de análisis es ejecutado cuando las muestras han llegado al laboratorio y se realizan los ensayos solicitados para dicha muestra que pueden ser físicos, químicos y/o microbiológicos, según se indique. Los resultados de los ensayos pueden repetirse varias veces y sobre esas repeticiones se aplica un método estadístico para obtener un resultado final, que puede ser promedio, mediana o moda según el ensayo aplicado.

De esta forma, dadas las necesidades que requiere el laboratorio, se propone desarrollar dos aplicaciones informáticas que se conectan mediante una base de datos distribuida.

La primera, consiste en una aplicación móvil que permita el registro en campo de las muestras y sus respectivas características; así como la asignación automática de número de muestra, registro de los datos del cliente solicitante del muestreo, lugar de muestreo e identificación del responsable y fecha del muestreo. El acceso a dicha aplicación será a través de usuario y contraseña.

La segunda, corresponde a una aplicación web que funcione independientemente de la conexión a internet mediante una base de datos de acceso local, que permita obtener la trazabilidad de las muestras mediante la generación de los códigos para el ingreso de las mismas. Además, permite el ingreso de los resultados de ensayo para cada muestra y el cálculo estadístico respectivo.

De esta forma, el proyecto se planteó con los siguientes objetivos:

1. Digitalizar el proceso de toma de muestras en campo, mediante el diseño e implementación de una aplicación móvil que permita el registro de las muestras obtenidas con sus respectivas características.
2. Proveer un registro automático de las muestreas en el proceso de muestreo y análisis, a través de una aplicación web que permita la trazabilidad de las mismas.
3. Integrar el proceso de análisis de ensayos con los procesos de trazabilidad y muestreo, mediante la aplicación web, registrando los resultados de los ensayos aplicados en laboratorio a las muestreas obtenidas en el campo.
4. Brindar disponibilidad de las aplicaciones ante fallas de las redes de internet mediante mecanismos de comunicación y sincronización que aseguren su funcionamiento de

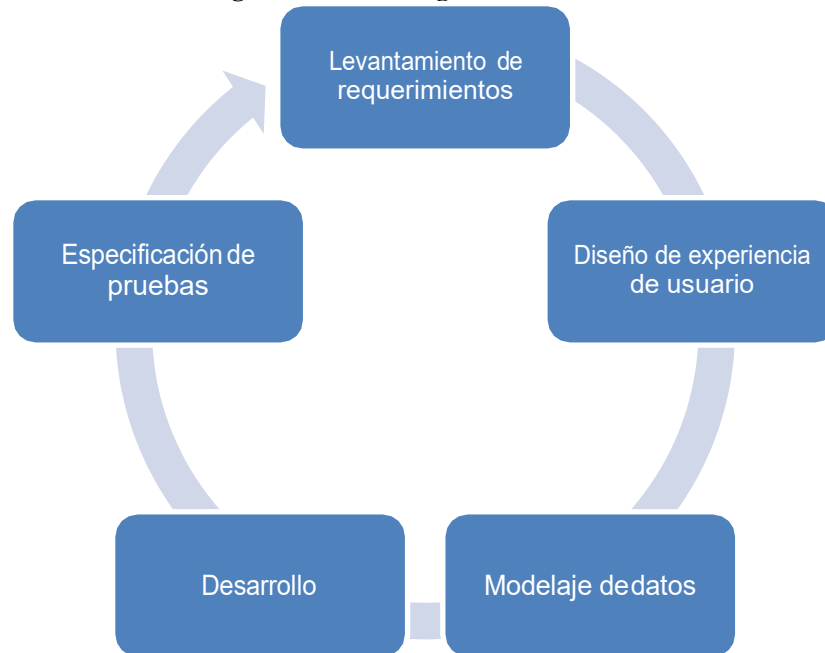
manera independiente al internet.

5. Apoyar la toma de decisiones mediante reportes estadísticos que generen automáticamente los informes de resultados de ensayos, las estadísticas de muestreadores y los reportes de muestreo a través de la aplicación web.

2. Metodología

La figura 1 muestra las etapas que se implementaron para alcanzar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Figura 1. Metodología de Desarrollo



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura anterior las etapas consistieron en el levantamiento de requerimientos, diseño de experiencia de usuario, modelaje de datos, desarrollo y especificación de pruebas. A continuación se explica brevemente cada una de las etapas mencionadas.

2.1. Etapa 1: Levantamiento de Requerimientos

En esta etapa se tomó en cuenta requerimientos comunes de interfaces, funcionales y no funcionales basados en la modificación del estándar IEEE 830-1998 de Borja & Cuji (2013).

Para el levantamiento práctico de los requerimientos se utilizaron métodos de observación, entrevistas con usuarios y análisis de las conclusiones obtenidas. Además, se empleó la plantilla detallada en la figura 2 para los requerimientos citados.

Figura 2. Plantilla de requerimientos.

Requerimiento	REQ01	Sistema	[Aplicación]
---------------	-------	---------	--------------

Solicitante	Módulo / Tipo	[Nombre del módulo o tipo requerimiento]
[Nombre de la persona con la que se habló para tomar el requerimiento]	Estado	[Registrado, Aprobado]
Descripción		
[Descripción de Requerimiento]		
Justificación		
[Por qué es necesario]		

Fuente: Elaboración propia.

2.2. *Etapa 2: Diseño de Experiencia de Usuario*

El diseño de experiencia de usuario cuando se enfoca en aplicaciones web se define según Hassan (2002) “como la disciplina que estudia la forma de diseñar sitios web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible”.

Para la experiencia de usuario se tomó en cuenta la velocidad de desarrollo, la precisión de los diseños y las experiencias pasadas en diseño (Treder, 2013). Además, se utilizó el prototipado en papel para realizar bosquejos generales que permitieron definir la estructura de las aplicaciones con interfaces gráficas óptimas y desde la perspectiva del usuario final. Asimismo, se hicieron mockups donde se procedió a realizar los prototipos digitales de las interfaces y pruebas de usabilidad con los muestreadores y técnicos de laboratorio.

2.3. *Etapa 3: Modelaje de datos*

Las bases de datos distribuidas se caracterizan por ubicadas en varios lugares geográficos distintos, se administran de forma separa y poseen una conexión más lenta (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002).

Estos autores también afirman que para construir un sistema distribuido de bases de datos se debe considerar los siguientes tres criterios.

1. El compartimiento de los datos: se refiere a poder disponer de un entorno donde los usuarios pueden acceder desde una única ubicación a los datos que residen en otras ubicaciones.
2. La autonomía: se considera la principal ventaja de compartir datos por medio de distribución de datos es que cada ubicación es capaz de mantener un grado de control sobre los datos que se almacenan localmente, es decir, se posee una autonomía local sobre los datos.
3. La disponibilidad: donde si un sitio de un sistema distribuido falla, los sitios restantes pueden seguir trabajando, de este modo el fallo de un sitio no se propaga y por ende no implica la caída del sistema.

Considerando los requerimientos planteados y los prototipos digitales del diseño de experiencia de usuario se creó un modelo de bases de datos distribuidas para cumplir los objetivos del proyecto.

2.4. Etapa 4: Desarrollo

Se utilizó la metodología ágil de desarrollo Scrum que es un modelo de referencia que define un conjunto de prácticas y roles que puede tomarse como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto.

Schwaber & Sutherland (2013) explican de manera general el funcionamiento de la metodología Scrum:

El corazón de Scrum es el Sprint, es un bloque de tiempo (time-box) de un mes o menos durante el cual se crea un incremento de producto “Terminado”, utilizable y potencialmente desplegable. Es más conveniente si la duración de los Sprints es consistente a lo largo del esfuerzo de desarrollo. Cada nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la finalización del Sprint previo (p. 9).

El proyecto incluye tres grandes aplicaciones con sprint de quince días: aplicación móvil, los mecanismos de comunicación y la aplicación web. Estas se describen con detalle en la sección de resultados.

2.5. Etapa 5: Especificación de pruebas

Para realizar esta acción se procedió primero con las pruebas técnicas que evaluaron el cumplimiento de los estándares definidos, los modelos de experiencia de usuario y la integridad del sistema. Luego se realizaron las pruebas de usuario para evaluar el cumplimiento de los requerimientos y la satisfacción del usuario al utilizar las aplicaciones.

3. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos al implementar el proyecto en el INISA y que están organizados de acuerdo con los objetivos planteados y asociados a sus respectivas aplicaciones. En la figura 3 se muestra la representación visual de los objetivos.

Figura 3. Representación visual de los objetivos asociados a las aplicaciones



Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se presenta con detalle los resultados por objetivo.

3.1. Objetivo 1: Digitalizar el proceso de toma de muestras en campo, mediante el diseño e implementación de una aplicación móvil que permita el registro de las muestras obtenidas con sus respectivas características.

La siguiente figura muestra los módulos desarrollados para el cumplimiento de este objetivo.

Figura 4. Módulos desarrollados para el objetivo 1



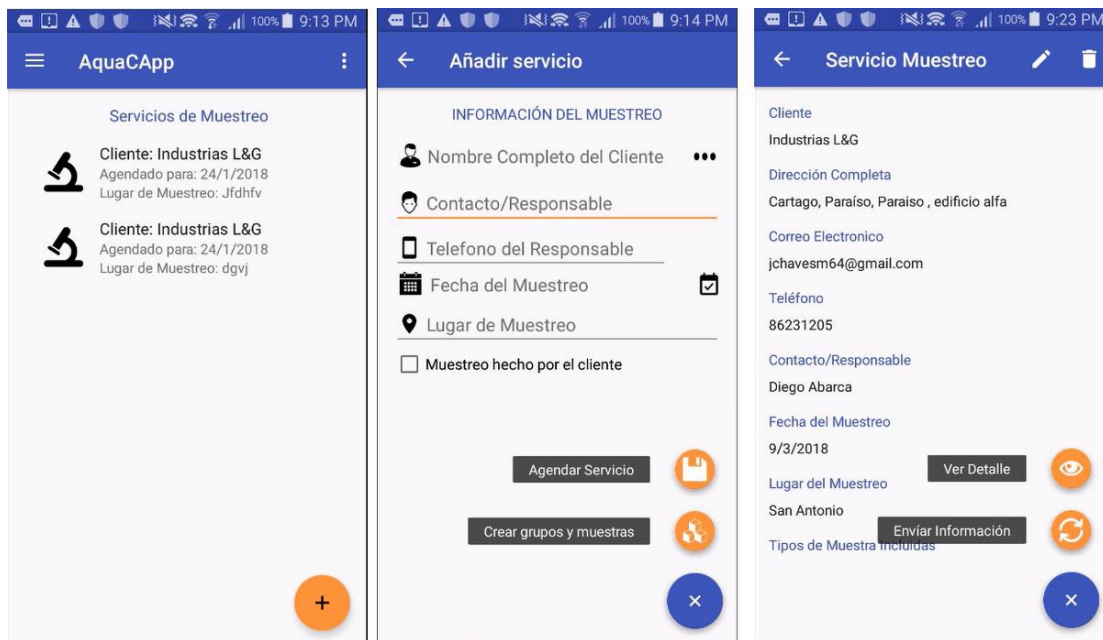
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 4 se desarrollaron cuatro módulos. A continuación se describe cada uno de ellos.

Servicio de muestreo: Este módulo permite el ingreso de los servicios que han sido coordinados por el laboratorio y asignados a los muestreadores para realizar las visitas en sitio y recolectar las muestras para los análisis solicitados por el cliente.

La aplicación móvil contiene las pantallas de registro/edición de servicios de muestreo, consulta de detalles, ingreso de nuevos clientes y selección de clientes existentes. En la siguiente figura se presentan las pantallas mencionadas.

Figura 5. Pantallas de Agenda, inserción y detalle servicios de muestreo



Fuente: Elaboración propia.

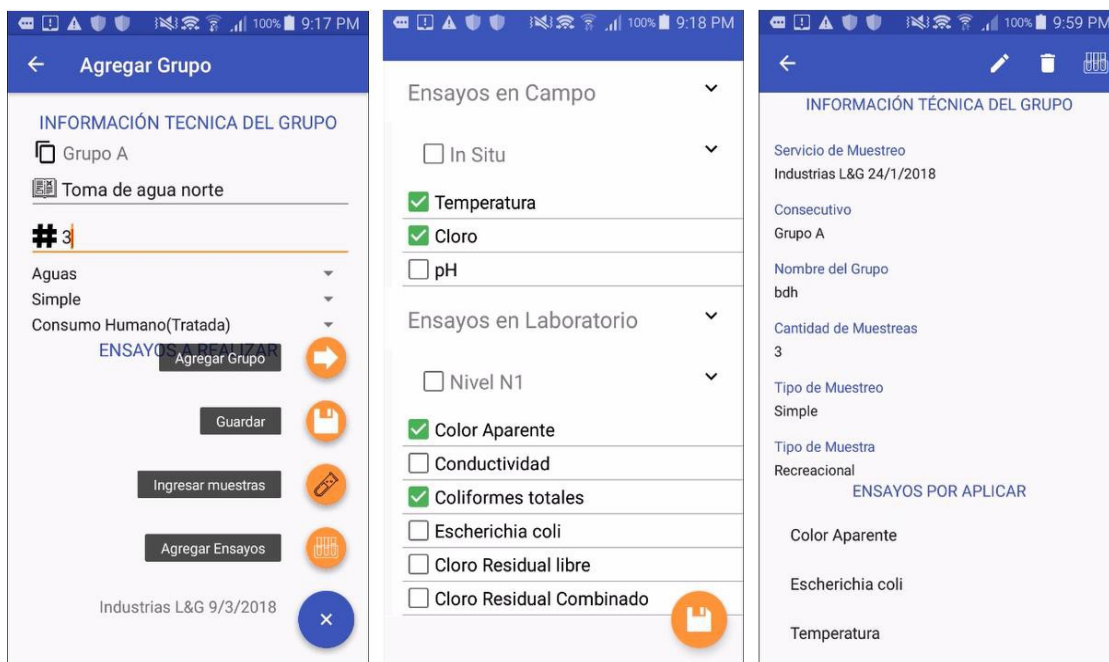
El registro de los servicios de muestreos les permite a los muestreadores unificar los datos de contacto de cliente con los datos del muestreo en campo por ejecutar. Además, permite tener un elemento de referencia que asocie todos los grupos de muestreo.

Grupo de muestreo: Este módulo permite el ingreso de las muestras con sus respectivas características y sus respectivos ensayos aplicados en campo. Además, habilita el registro de eventualidades al momento de realizar el muestreo como la transferida a otro muestreador o una muestra no recolectada. Las muestras son asociadas previamente a los grupos de muestreo incorporados en el servicio de muestreo.

Además, permite ingresar grupos de muestreo a los servicios de muestreo previamente ingresados, con el objetivo de agrupar las muestras por los ensayos que necesitan ser aplicados, el tipo de muestra y el tipo de muestreo.

La aplicación móvil contiene las pantallas de registro/edición de grupos de muestreo, consulta de grupos, selección de ensayos por aplicar así como la automatización de ingreso secuencial de grupos y un acceso rápido para el ingreso de muestras del grupo. La figura 6 detalla las pantallas mencionadas en la aplicación móvil.

Figura 6. Pantallas de inserción, detalle y selección de grupos



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la funcionalidad de agrupación de las muestras por ensayo permite al muestreador segmentar y relacionar las muestras que deben ser recolectadas en campo, planificar la ruta de selección con mayor precisión y preparar los implementos técnicos para tomar las muestras de aguas y aplicar los ensayos en campo.

Muestras: Este módulo permite ingresar las características de las respectivas muestras según la agrupación definida. Además, habilita el ingreso de los resultados de los ensayos que deben ser medidos en el campo.

De igual forma, el módulo de muestras contiene implementaciones que han permitido facilitar la captura de datos en campo, las cuales se detallan a continuación.

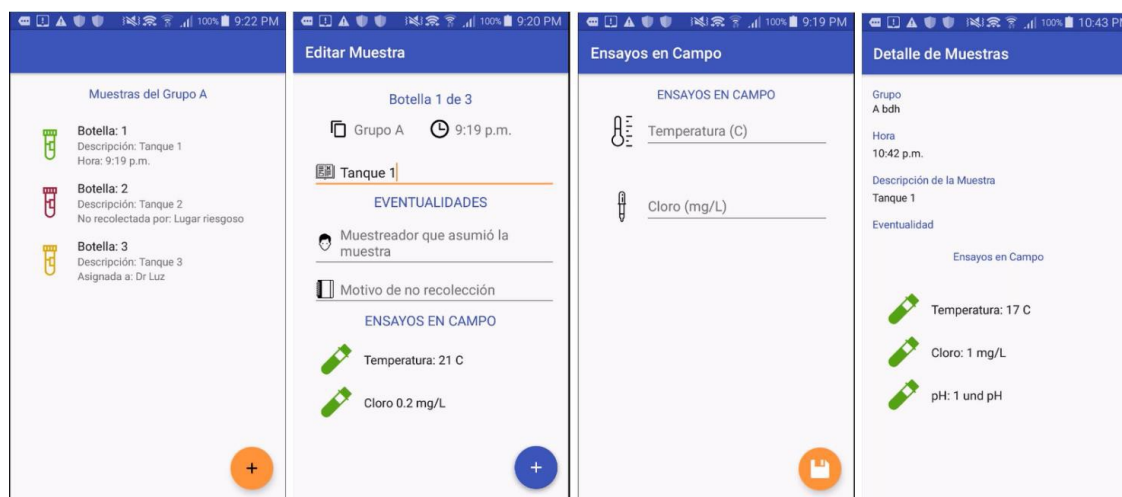
- Captura automática de hora de muestreo: La hora es capturada automáticamente al momento que se registran las características de la muestra, de manera que el

muestreador no tenga que digitar la misma.

- Preingreso de muestras: Las muestras se ingresan automáticamente según la cantidad de muestras indicadas en el grupo respectivo asignando los números de botella en el proceso.
- Ingreso de muestra no planificada: Los muestreos en campo pueden ser impredecibles. Por lo anterior, la aplicación permite agregar una muestra extra que no se encuentra dentro de la planificación, la misma se puede agregar por recomendación del muestreador o a solicitud del cliente.
- Clasificación por colores según eventualidades: Al realizar muestreos en campo se pueden presentar eventualidades con la recolección de las muestras. Debido a lo anterior, la aplicación móvil posee una clasificación por colores que facilita al muestreador el reconocimiento visual del estado actual de cada muestra. La clasificación por color es la siguiente:
 - Gris para las muestras que no se les ha ingresado datos.
 - Verde para las muestras recolectadas.
 - Rojo para las muestras que no fueron recolectadas por motivos de riesgo o inconvenientes.
 - Amarillo para las muestras que fueron transferidas a otros muestreadores.

La aplicación móvil contiene las pantallas de edición de muestras, consulta de muestras, registro de ensayo en campo, así como una opción para agregar una muestra no planificada al grupo. En la siguiente figura se muestran dichas pantallas.

Figura 7. Pantallas de consulta, edición, ingreso y detalle de muestras.



Fuente: Elaboración propia.

Las implementaciones del módulo de muestras permiten al muestreador enfocarse en la recolección física de la muestra de agua y la aplicación de los ensayos en campo a la misma. Además, la aplicación móvil asume el preingreso de la información que por su naturaleza se pueden registrar previamente mediante automatizaciones, agilizando así el proceso de muestreo.

Parametrización inicial: En este módulo se agrega la carga de los parámetros de: clientes, categorías, tipos de muestreo, tipos de muestra, niveles, ensayos, provincias, cantones y distritos, que se ejecuta con la primera autenticación en la aplicación móvil.

La aplicación móvil ejecuta la carga de los parámetros comunicándose con la aplicación web services Pilgrim. La carga inicial permite tener dentro de la aplicación móvil todos aquellos datos que provienen del laboratorio y colaboran con la integración de las aplicaciones.

De esta forma el objetivo 1 se cumplió al haber digitalizado y estructurado mediante una aplicación móvil todas las funcionalidades de servicios de muestreo, clientes, grupos de muestreo y características de las muestras. Cada una estas funcionalidades se soportan con una parametrización inicial de la información que corresponden al proceso de muestreo en campo.

3.2. **Objetivo 2: Proveer un registro automático de las muestreas en el proceso de muestreo y análisis, a través de una aplicación web que permita la trazabilidad de las mismas.**

La siguiente figura muestra los módulos desarrollados para el cumplimiento de este objetivo.

Figura 8. Módulos desarrollados para el objetivo 2



Fuente: Elaboración propia.

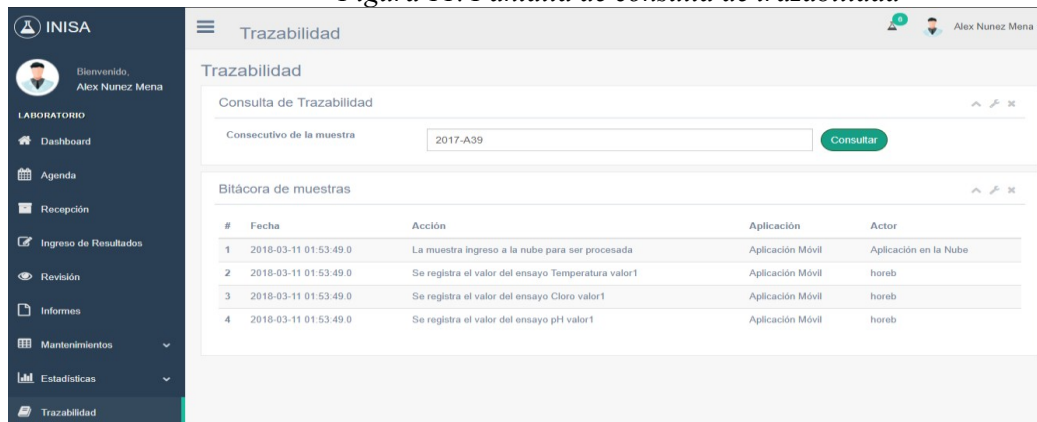
Como se muestra en la figura 8 se desarrollaron tres módulos. A continuación se describe cada uno de ellos.

Conjunto integrado de triggers: Los triggers permiten capturar automáticamente las acciones realizadas sobre las tablas específicas que contienen la información de las muestras. Estas tareas programadas se disparan ante eventos que pueden ingresar, modificar o eliminar los datos.

El módulo se aplicó sobre las tablas `aqc_muestras`, `aqc_insitu`, `aqc_muestreareo` y `aqc_resultados`. Así, cuando se activa un evento de inserción, modificación o eliminación la aplicación registrará dicho evento independientemente de la aplicación donde se originó. La estructura de trazabilidad se puede ver en la figura 9.

acreditación.

Figura 11. Pantalla de consulta de trazabilidad



Fuente: Elaboración propia.

De esta forma el objetivo 2 ha sido cumplido al haber provisto un registro automático de las muestras y registrar todos los eventos que suceden concernientes a las mismas mediante un conjunto de tareas programadas en la base de datos, un proceso de asignación automática de códigos de muestra para facilitar su rastreo y un módulo de consulta de trazabilidad en la aplicación web.

3.3. **Objetivo 3: Integrar el proceso de análisis de ensayos con los procesos de trazabilidad y muestreo, mediante la aplicación web, registrando los resultados de los ensayos aplicados en laboratorio a las muestras obtenidas en el campo.**

La siguiente figura muestra los módulos desarrollados para el cumplimiento de este objetivo.

Figura 12. Módulos desarrollados para el objetivo 3.



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 12 se desarrollaron tres módulos. A continuación se describe cada uno de ellos.

Mantenimientos generales: Este módulo forma parte de la aplicación web. El cual permite realizar el ingreso, edición, eliminación y consulta de los módulos de: categorías de ensayos, clientes, ensayos, muestreadores, niveles, tipos de muestra, tipos de muestreo y unidades. La figura 13 detalla el mantenimiento de unidades.

Figura 13. Mantenimiento de unidades.

The screenshot shows the 'Mantenimientos' (Maintenance) module. The left sidebar is labeled 'LABORATORIO' and includes options like Dashboard, Agenda, Recepción, Ingreso de Resultados, Revisión, Informes, and Mantenimientos. The main area is titled 'Unidades' and features a table of units. A green 'Agregar' button is visible in the top right of the table area.

#	Unidad	Simbolo	Acción	Acción
1	Miligramos por litro	mg/L	Editar	Eliminar
2	UNT	UNT	Editar	Eliminar
3	unidad pH	und pH	Editar	Eliminar
4	UPt-Co	UPt-Co	Editar	Eliminar
5	uS/cm	uS/cm	Editar	Eliminar
6	NMP	NMP	Editar	Eliminar
7	ug/L	ug/L	Editar	Eliminar

Fuente: Elaboración propia.

Los mantenimientos mencionados son la parametrización que necesita la aplicación móvil para integrar los servicios de muestreo con el análisis de ensayos en laboratorio. Los cuales son procesados y enviados mediante los mecanismos de sincronización de información.

Recepción de muestras: Este módulo permite mostrar los servicios de muestreos que han sido enviados por la aplicación móvil indicando el cliente, la hora y las características de la muestra recolectadas en campo. La siguiente figura detalla la pantalla de recepción de muestras.

Figura 14. Pantalla de recepción de muestras.

The screenshot shows the 'Recepción' (Reception) module. The left sidebar is labeled 'RECEPCIÓN' and includes options like Dashboard, Agenda, Recepción, Ingreso de Resultados, Revisión, Informes, Mantenimientos, Estadísticas, and Trazabilidad. The main area is titled 'Listado de Servicios de Muestreo Entrantes' and features a table of incoming sampling services. A red 'Action' dropdown menu is visible next to the second row.

#	Fecha del Servicio	Cliente	Muestreador(es)	Cantidad	Ensayos Solicitados	Tipos de muestras	Acciones
1	11/03/2018 4:45 pm	ESPH	Alex Nunez	25	N1	Consumo Humano(No tratada)	Action
2	10/03/2018 1:00 pm	Asada Santo Domingo	Luz Chacon	31	N1;Organo Clorados	Consumo Humano(tratada)	<ul style="list-style-type: none"> Acciones Ingresar al laboratorio Rechazar Ver Detalle

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 14, la información recolectada en el campo llega al laboratorio para ser analizada antes que las muestras físicas permitiendo determinar si se debe recibir o rechazar por alguna inconsistencia. Si las muestras son recibidas pasan a estar listas para registrar los ensayos. Además, el presente módulo permite al laboratorio conocer de ante mano los ensayos que serán aplicados, preparar los materiales (tubos de ensayos y/o preparaciones magistrales), equipos necesarios para la ejecución y saber la cantidad de muestras que serán recibidas.

Resultados de ensayos: Este módulo habilita el registro de los resultados de los ensayos

según lo solicitado por medio de la aplicación móvil. Además, la aplicación muestra al técnico especialista la cantidad de resultados que deben ser registrados por ensayo.

Asimismo, le proporciona la selección del método estadístico por cada bloque de resultados. Que queda a decisión del técnico de laboratorio la selección del método. La figura 15 muestra la pantalla de ingreso de resultados. Así el proceso de análisis de ensayos queda integrado con los procesos de trazabilidad y muestreo realizado en campo.

Figura 15. Pantalla de ingreso de resultados.

Cloro Residual Libre(mg/L)	Coliformes totales(NPM)
Resultado 1: 20,1	Resultado 1: 0,50
Resultado 2: 20,1	Resultado 2: 0,45
Resultado 3: 20,2	Resultado 3: 0,41
Resultado Final: 20,1	Resultado 4: 0,42
	Resultado Final: 0,445

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma el objetivo 3 ha sido cumplido al haber integrado el proceso de análisis de ensayos, trazabilidad y muestreo en campo mediante una aplicación web. Esta aplicación contiene los mantenimientos generales de: categorías de ensayos, clientes, ensayos, muestreadores, niveles, tipos de muestra, tipos de muestreo y unidades así como un módulo de recepción de muestras y un módulo de registro de resultados de ensayos.

3.4. **Objetivo 4: Brindar disponibilidad de las aplicaciones ante fallas de las redes de internet mediante mecanismos de comunicación y sincronización que aseguren su funcionamiento de manera independiente al internet.**

La siguiente figura muestra los módulos desarrollados para el cumplimiento de este objetivo.

Figura 16. Módulos desarrollados para el objetivo 4.



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 16 se desarrollaron dos módulos. A continuación se describe cada uno de ellos.

Esquema de bases de datos distribuidas: El diseño de la base de datos se ha diseñado de manera distribuida debido a la necesidad que tienen las aplicaciones de funcionar de manera interdependiente. La siguiente figura muestra los cinco esquemas separados de bases de datos que fueron creados.

Figura 17. Esquema de Bases de Datos



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como lo muestra la figura 17 se crearon cinco esquemas separados.

- Ararat: Contiene las tablas necesarias para el mecanismo de sincronización entre todas las aplicaciones. Se ubica en la plataforma de Amazon Web Services.
- Horeb: Es la base de datos global, contiene toda la información final generada en las distintas aplicaciones. Se ubica en la plataforma de Amazon Web Services.
- Eilat: Contiene las tablas correspondientes al control de notificaciones y la carga inicial de información para los dispositivos móviles. Se ubica en la plataforma de Amazon Web Services.
- Neguev: Contiene la información que se genera únicamente en el INISA. Se ubica en un servidor local en el laboratorio.
- Esquema para móvil: Contiene la información que se genera únicamente en los dispositivos móviles usados en el campo. Tiene la particularidad que se crea una base de datos por cada usuario debido a que los dispositivos móviles son de uso múltiple y es necesario evitar la mezcla de perfiles de los usuarios.

De esta manera se segmentó las funcionalidades requeridas a nivel de las bases de datos para lograr la distribución de la manera más adecuada para el INISA.

Mecanismo Sync: La sincronización de la información entre las aplicaciones móviles y la aplicación web del laboratorio se realizó mediante la creación de un mecanismo llamado Sync.

Sync consiste en una aplicación desarrollada en java tipo web services, ubicada en Amazon Web Services, que le provee a la aplicación móvil y a la aplicación web el medio para

sincronizar la información. Cada aplicación que necesite sincronizar debe seguir los siguientes pasos:

1. La aplicación solicitante prepara la información para sincronizar: La aplicación solicitante de sincronización toma la información que debe sincronizarse y la divide en registros que están compuestos por sentencias SQL encriptadas con el objetivo de ejecutadas dinámicamente en la base de datos principal.
2. Solicitar un servicio de sincronización: Una vez que la información se encuentre validada, solicita a Sync un servicio de sincronización. Se almacena el dispositivo autorizado que solicitó el servicio, la fecha y hora de la solicitud y la cantidad de registros que serán enviados. A su vez, Sync le entrega a la aplicación solicitante un código numérico único que permite correlacionar cada uno de los registros que serán enviados. La figura 18 detalla los servicios de sincronización en la base de datos.

Figura 18. Servicios de sincronización en la base de datos.

idSyncService	idDevice	Registros	Fecha	Lab	Estado
357	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	18	2017-12-17 16:21:36	S	S
359	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	15	2017-12-17 18:10:07	S	S
365	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	12	2017-12-17 18:36:15	N	L
367	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	16	2017-12-17 18:45:22	S	S
371	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	13	2017-12-17 22:36:10	S	S
377	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	10	2018-01-22 04:57:25	S	S
387	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	5	2018-01-22 05:56:11	S	S
391	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	7	2018-01-22 06:06:04	S	S
395	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	17	2018-01-22 16:13:59	S	S
399	15VvWOLmU/1Ztt/m70BoVnkSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	9	2018-01-22 16:17:59	S	S

Fuente: Elaboración propia.

3. Asociar los registros con el servicio de sincronización: La aplicación solicitante asocia a cada registro el código del servicio de sincronización. Cada registro que debe enviarse debe especificar el origen y el destino del mismo así como el orden en que debe ejecutarse.
4. La aplicación solicitante envía uno por uno los registros: Una vez asociados los registros, la aplicación solicitante envía uno por uno los registros a Sync confirmando la recepción de cada registro. La aplicación solicitante con la confirmación marca el registro como enviado. Este proceso finaliza hasta que todos los registros hayan sido enviados y confirmados por el Sync. La figura 19 detalla los registros por sincronizar en la base de datos.

Figura 19. Registros del servicio de sincronización.

Secuencia	idSyncService	Origen	Destino	Fecha	TramaDato	Orden
232	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	1
233	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	2
234	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	3
235	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	4
236	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	5
237	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	6
238	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	7
239	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:23	BLOB	8
240	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:23	BLOB	9
241	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:23	BLOB	10

Fuente: Elaboración propia.

5. Ejecución dinámica de los registros: Una vez que todos los registros son recibidos, se marca el servicio de sincronización como listo para ser ejecutado. Una tarea programada en la base de datos Horeb se activa cada cinco minutos buscando servicios de sincronización listos para ser aplicados. Si están listos los aplica ejecutando de manera dinámica los registros. Si la información que se estaba sincronizado debe ser enviada al laboratorio, Sync marca el servicio de sincronización para enviarlo a la aplicación web del laboratorio.

De esta forma el objetivo 4 ha sido cumplido al haber brindado disponibilidad a las aplicaciones ante fallas de las redes de internet mediante un esquema distribuido de bases de datos que permite a las aplicaciones operar de manera independiente así como la creación de un mecanismo que sincroniza la información generada en las aplicaciones.

3.5. **Objetivo 5: Apoyar la toma de decisiones mediante reportes estadísticos que generen automáticamente los informes de resultados de ensayos, las estadísticas de muestreadores y los reportes de muestreo a través de la aplicación web.**

La siguiente figura muestra los módulos desarrollados para el cumplimiento de este objetivo.

Figura 20. Módulos desarrollados para el objetivo 5.

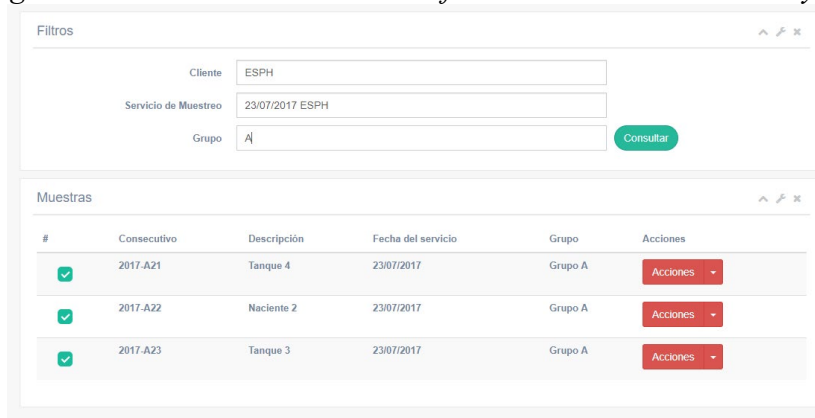


Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 20 se desarrollaron tres módulos. A continuación se describe cada uno de ellos.

Informe de resultados: Este informe permite exportar la información de los resultados de las muestras seleccionadas a un archivo de Excel para posteriormente ser manejados según los formatos de informes que los clientes del laboratorio soliciten. La figura 21 permite la selección de esas muestras para exportar.

Figura 21. Selección de muestras informe de resultados de ensayos.

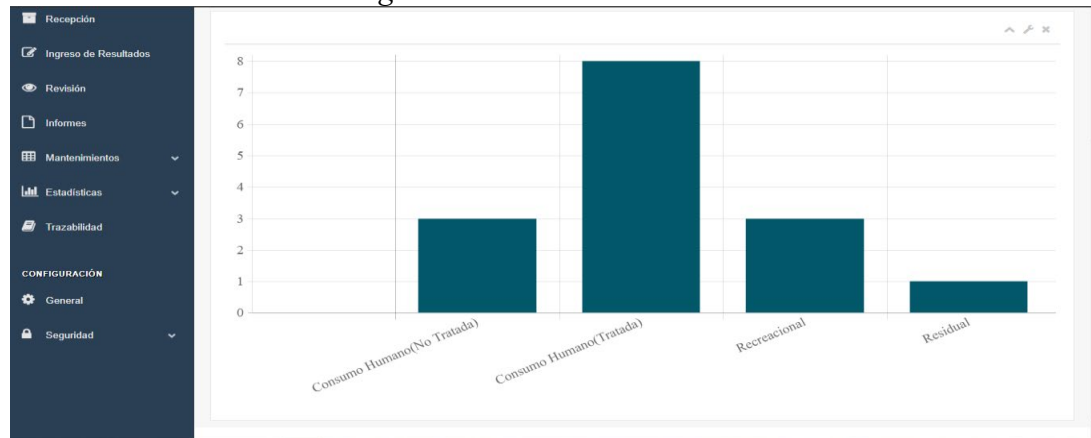


Fuente: Elaboración propia.

La generación de informes a la medida según las necesidades de los clientes permite al laboratorio brindar flexibilidad a los mismos y garantizar una rápida adaptación a los formatos requeridos.

Estadísticas de muestreadores: Este informe permite consultar la cantidad de muestras por tipo en un periodo específico para cada uno de los muestreadores mostrándose en un gráfico de barras interactivo. La figura 22 detalla los tipos de muestras más solicitados en un mes como ejemplo del funcionamiento de la estadística.

Figura 22. Estadísticas de muestreadores.



Fuente: Elaboración propia.

Así el laboratorio cuenta con una herramienta que le permite medir cuales tipo de muestras son más solicitados y administrar los insumos necesarios con mayor eficiencia.

Reporte de muestreo en campo: Estos reportes son entregados al cliente cuando el

muestreo en campo finaliza. Se envía al cliente con el objetivo de garantizarle la cantidad de muestras y los ensayos que fueron solicitados. Además, permite obtener la autorización del cliente para realizar el análisis en laboratorio.

Para automatizar los reportes de muestreo, se ha creado la aplicación java tipo web services Samaritan. Esta aplicación se encarga del envío de correo electrónico y de la generación del reporte en formato PDF. Samaritan genera la información cuando Sync termina de aplicar los servicios de sincronización. Además provee un código automático único por cada registro para permitir la trazabilidad de la información. La figura 23 detalla el correo que la aplicación Samaritan envía al cliente por cada servicio de muestreo.

Figura 23. Correo reporte de muestreo en campo generado por Samaritan.



Fuente: Elaboración propia.

De esta forma el objetivo 5 ha sido cumplido al haber apoyado la toma de decisiones mediante reportes estadísticos que generan automáticamente los informes de los resultados de ensayos, las estadísticas de los muestreadores y el reporte de muestreo entregados a los clientes por medio de la aplicación web.

4. Conclusión

Luego de la implementación de este proyecto en el INISA se concluye que aporta al cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible número seis agua potable y saneamiento debido a que el sistema informático desarrollado colabora con el control y estandarización de la información obtenida de la medición de los parámetros químicos y microbiológicos que estén causando la contaminación en aguas residuales. Además, permite a los entes responsables de la medición reducir su tiempo de respuesta.

Se ha implementado un conjunto de aplicaciones de informática compuesta de una aplicación Android, un entorno de base de datos distribuido, así como una web de consulta y actualización. Este sistema permite la toma de muestras de agua en campo y el registro de características de la misma, asegurando su disponibilidad gracias a que su diseño es autónomo. Además, disminuye el tiempo de respuesta y el error operativo al eliminar la transcripción manual de datos.

De igual forma, el proyecto permite una correspondencia trazable, fidedigna y automatizada entre cada muestra, su correspondiente ensayo de laboratorio y cada uno de los movimientos que la involucran. También, este proceso es consultable a través de la aplicación web.

Por otra parte, se logró integrar el registro de resultados de ensayos y el proceso de muestreo mediante una aplicación web que según los ensayos solicitados habilita el ingreso

correspondiente y a su vez responde a la trazabilidad requerida para las muestras.

Por último, mediante un esquema de base de datos distribuidos y un mecanismo de sincronización, se consiguió independencia entre las partes de la solución y la conciliación posterior de la información, dotando al sistema de resiliencia ante fallos de conexión de internet.

5. Referencias

- Borja, C. y Cuji, V. (2013). Metodología para la Especificación de requerimientos de Software basado en el estándar IEEE 830-1998. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5264/1/UPS-CT002757.pdf>
- Hassan, Y. (2002). *Introducción a la Usabilidad*. Recuperado de http://www.nosolousabilidad.com/articulos/introduccion_usabilidad.htm
- INISA (2016). *Historia*. Recuperado de <http://www.inisa.ucr.ac.cr/acerca-de/historia.html>
- PNUD (2015). *Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento*. Recuperado de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2013). *La Guía de Scrum*. Recuperado de <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-es.pdf>
- Silberschatz, A.; Korth, H. y Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*, cuarta edición. Madrid: McGraw Hill.
- Treder, M. (2013). *Diseño UX para Startups*. California: UXPin.

Tecnologias de informação e gestão do conhecimento na Indústria 4.0

Jurema Suely De Araújo Nery Ribeiro
Universidade FUMEC, Universidade UEMG e Universidade PUC Minas, Brasil
jurema.nery@gmail.com

Fabrcio Ziviani,
Universidade FUMEC, Universidade UEMG e Fundação Dom Cabral, Brasil_
fabrcio.ziviani@fumec.br

Fábio Corrêa
Universidade FUMEC e Universidade UFSJ, Brasil_
fabiocontact@gmail.com

Renata De Souza França
Universidade FUMEC e Universidade UEMG, Brasil
profrenatafranca@gmail.com

Fernando Hadad Zaidan
Instituto de Educação Tecnológica, IETEC.
fhzaidan@gmail.com

Resumo

A Indústria 4.0 tem sido responsável por revolucionar a maneira como são produzidos os bens nas linhas de produção, visto que as tecnologias empregadas nos processos produtivos estão fomentando a personalização da produção em massa, e viabilizando a inovação nos modelos de negócios. Para tal, faz-se importante estabelecer um sistema de informação integrado, que facilite a inovação e a difusão do conhecimento ao longo da cadeia de suprimentos. Considerando a crescente importância da Indústria 4.0 e partindo do pressuposto que os sistemas de informação são componentes integrais dos sistemas de gestão do conhecimento, este artigo objetivou identificar, por meio de publicações científicas, como as tecnologias de informação podem possibilitar um ambiente propício ao gerenciamento do conhecimento para obtenção de maior competitividade da Indústria 4.0. Foi empreendida uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório-descritivo e bibliográfica quanto aos meios, por relacionar referências publicadas e discutir as contribuições científicas dos construtos pesquisados. Por resultado, foram indicadas ferramentas tecnológicas usadas para viabilizar o gerenciamento do conhecimento em Indústrias 4.0, a fim de aumentar a competitividade e alavancar o seu desempenho. Posteriormente, foram identificadas algumas orientações de pesquisa futuras.

Palavras-chave

Gestão do conhecimento. Indústria 4.0. Inovação. Sistemas de informação. Tecnologias de informação.

1. Introdução

As tecnologias de informação avançadas têm sido utilizadas para alavancar o

desenvolvimento da Indústria 4.0, porém torna-se primordial estabelecer um sistema de informação integrado, que facilite tanto a inovação como a difusão do conhecimento ao longo da cadeia de suprimentos para aumento da produtividade, da qualidade e da competitividade organizacional e para o desenvolvimento da Indústria 4.0.

Contudo, devido aos significativos volumes de dados e informações que circulam atualmente, as organizações estão enfrentando desafios para gerenciá-los para a rápida tomada de decisões, objetivando o aumento de produtividade. Muitos sistemas de manufatura não estão prontos para gerenciar esses volumes significativos de dados e informações devido à falta de ferramentas analíticas inteligentes. A Alemanha está liderando uma importante transformação para a Revolução Industrial da 4ª Geração (Indústria 4.0), baseada na fabricação e inovação de serviços habilitados pelo Sistema *Ciber-Físico* (Lee, Kao & Yang, 2014). Esses Sistemas *Ciber-Físicos*, combinam o real com o virtual e conectando sistemas digitais, físicos e biológicos, permitindo a produção personalizada em massa (Schwab, 2016).

Diante da premente necessidade de gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0 e partindo do pressuposto que os sistemas de informação são componentes integrais dos sistemas de Gestão do Conhecimento (GC), surge a indagação de como as tecnologias de informação podem possibilitar um ambiente propício ao gerenciamento do conhecimento para obtenção de maior competitividade da Indústria 4.0.

Para auxiliar o atingimento desse objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram delineados: (i) investigar a importância da gestão do conhecimento na Indústria 4.0; (ii) identificar as principais soluções tecnológicas adotadas na Indústria 4.0; (iii) identificar as principais ferramentas tecnológicas propostas como apoiadora da GC; iv) indicar as ferramentas tecnológicas usadas para viabilizar o gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0.

Para tal este artigo foi construído em cinco seções, sendo que na seção 2 são apresentados os conceitos basilares relacionados à Gestão do Conhecimento, à Tecnologia da Informação e à Indústria 4.0; na seção 3 encontram-se os procedimentos metodológicos desta pesquisa; na seção 4 a apresentação e análise dos resultados; e na seção 5 as considerações finais deste estudo.

2. Desenvolvimento

2.1. Gestão do Conhecimento na Indústria 4.0

A gestão do conhecimento (GC) envolve a identificação e análise do conhecimento disponível e exigido e o subseqüente planejamento e controle de ações para desenvolver ativos de conhecimento, e assim cumprir os objetivos organizacionais. Os ativos de conhecimento são o conhecimento sobre mercados, produtos, tecnologias e organizações que uma empresa possui ou precisa possuir e que permitem que seus processos de negócios gerem lucros (Civi, 2000).

Ho (2009) defende que a GC além de gerir os ativos do conhecimento, busca também a gestão dos processos que operam nestes ativos, abrangendo amplamente os aspectos de desenvolvimento, preservação, utilização e compartilhamento do conhecimento, tornando a organização mais eficiente e competitiva (Ribeiro, Calijorne, Jurza & Ziviani, 2018), auxiliando na tomada de decisões e melhorando o desempenho do processo organizacional (Ho, 2009), de forma criar novas competências organizacionais, a partir da institucionalização de experiências, conhecimentos e expertises, e torná-las mais acessíveis para a organização como um todo,

criando valor para seus clientes (Gunasekaran & Ngai, 2014).

A vantagem competitiva da Indústria 4.0 não só resulta da combinação e do aumento de ativos tangíveis, da agilidade e qualidade da produção de bens, mas também da capacidade de inovação, usando a sabedoria individual e coletiva e o compartilhamento do conhecimento permitindo que as empresas integrantes dos canais logísticos de suprimentos e distribuição se tornem parte da cadeia de valor e alcancem o ideal de reorganização e sistematização do conhecimento (Abbade, 2016; De Abreu, 2018; Diogo, Junior & Santos, 2019).

Entretanto, para garantir o sucesso de uma estrutura interorganizacional, é necessário que se estabeleça um fluxo contínuo de conhecimento para reduzir custos e aumentar os benefícios coletivos. Assim, gerenciar o conhecimento na Indústria 4.0 é redesenhar sua estrutura interna e suas relações externas, criando redes de conhecimento para facilitar a comunicação de dados, informações e conhecimento, ao mesmo tempo em que melhora a coordenação, tomada de decisão e planejamento.

2.2. Soluções tecnológicas adotadas na Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial tem ajudado a criar modelos industriais e econômicos pioneiros pelo uso de três principais inovações tecnológicas: Automação, *IoT* e Inteligência Artificial. Diferentemente da terceira revolução industrial os fatores que criam valor não são mais os volumes, o efeito de escala ou o custo do trabalho, mas sim a customização de serviços e produtos e a redução do capital empregado em termos econômicos. Desta forma, as organizações começaram a investir recursos significativos na Indústria 4.0, uma vez que os níveis tradicionais de produtividade se encontravam exauridos, pois já haviam sido explorados ao máximo (Malavasi & Schenetti, 2017).

2.2.1. Tecnologias Tradicionais

No centro deste paradigma em transformação estão as tecnologias digitais. Estas podem ser consideradas os meios, não o objetivo da Quarta Revolução Industrial. Essas tecnologias são chamadas de Tecnologias Inteligentes de Fabricação (*Smart Manufacturing Technologies*), podendo ser consideradas o ponto de partida de um processo de digitalização das operações que encontram suas raízes no passado, no que é chamado de Soluções Tecnológicas Tradicionais (Malavasi et al., 2017). Essas representam o início de um processo de inovação e podem ser encontradas no campo da produção e logística, e também no processo de desenvolvimento de engenharia e produto.

2.2.1.1. Tecnologias em Logística e Produção

Na área de logística e produção, diferentes Soluções Tecnológicas Tradicionais podem ser encontradas, a saber:

- *Supervisory Control e Data Acquisition* (SCADA) - Responsável pelas operações fundamentais como a aquisição de dados, supervisão e controle;
- *Programmable Logic Controller* (PLC) - Implementação de lógica de controle baseada em um programa específico (Boyer, 2009);
- *Manufacturing Execution System* (MÊS) - Visa potencializar as operações de manufatura (Saenz de Ugarte, Artiba & Pellerin, 2009);

- *Scheduler* - É uma ferramenta flexível e inteligente capaz de formular um programa operacional de curto prazo (Saenz de Ugarte et al., 2009);
- *Advanced Planning System (APS)* - É responsável pelo monitoramento do progresso efetivo da produção e do nível de consumo de recursos;
- *Warehouse Management System (WMS)* - Controla e gerencia todos os processos logísticos do armazém (Tavares, 2018);
- *Computerized Maintenance Management System (CMMS)* - É responsável pelo gerenciamento de informações para controlar e supervisionar os processos de manutenção (Garg & Deshmukh, 2006);
- *Distribution Requirements Planning (DRP)* - Objetiva a manutenção de um nível adequado de estoque em um ambiente com vários armazéns servindo a diferentes localidades geográficas (Enns & Suwanruji, 2000);
- *Transportation Management Systems (TMS)* - Otimiza os recursos gerenciando as atividades de transporte de mercadorias (Nazário, 1999);
- *Geographic Information Systems (GIS)* - Trata a informação espacial desenvolvendo mapas digitais que podem ser combinados com camadas de informação (Aronoff, 1989);
- *Geo-positioning Systems (GPS)* - Identificam a posição de qualquer veículo ou pessoa através da sua latitude e longitude geográfica e de mapas digitalizados (Monteiro, 2009);
- *Just in time (JIT)* - Objetiva produzir o item certo, na quantidade certa, no tempo certo, minimizando os estoques, maximizar a qualidade do produto e a eficiência da produção (Slack, Chambers & Johnston, (2009);
- *Materials Requirements Planning (MRP)* - Calcula a quantidade de matéria prima e de produtos necessários (Ballou, 2001);
- *Manufacturing Resources Planning (MRPII)* - Integra os processos de gestão da produção e dos negócios, calculando os recursos necessários (Ballou, 2001);
- *Efficient Consumer Response (ECR)* - Ocorre pelo comprometimento de cooperação em cinco áreas: compartilhamento das informações em tempo real, gerenciamento das categorias, reabastecimento contínuo, padronização e custeio baseado nas atividades (Wanke, 2004);
- *Vendor Managed Inventory (VMI)* - Permite ao fornecedor administrar os estoques e reabastecer seus clientes quando necessário (Wanke, 2004);
- *Computer Integrated Manufacturing (CIM)* - ajuda os sistemas de manufatura a utilizar sistemas informatizados na fabricação (Delaram & Valilai, 2018);
- *Capacity Resources Planning (CRP)* - Calcula as necessidades de capacidade produtiva (Tavares, 2018);

2.2.1.2. Tecnologias em Engenharia e Desenvolvimento de Produto

Na área de engenharia e desenvolvimento de produtos, muitas tecnologias foram desenvolvidas, tais como:

- *Computer Aided Design (CAD 2D / 3D)* - Permite projetar documentos técnicos em um PC em duas ou três dimensões, fornecendo uma visão mais realista do produto;
- *Finite Element Method (FEM)* e *Computational Fluid Dynamics (CFD)* - São

sistemas designados para a análise e simulação, visando à redução do processo de desenvolvimento;

- *Product Lifecycle Management (PLM)* - Conjunto de ferramentas capazes de coordenar e apoiar processos de desenvolvimento e engenharia (Stark, 2015);
- *Product Development Management (PDM)* - gerencia e armazena dados técnicos de um produto (Loch & Kavadias, 2008);
- *Lifecycle Management (CLM)* - Suporta o gerenciamento de diferentes configurações de listas de materiais, especialmente para produtos complexos e dinâmicos.

2.2.2. Tecnologias de Fabricação Inteligente

Pode-se considerar que estas soluções tradicionais apresentadas em 2.2.1 são os pilares das Tecnologias Inteligentes de Fabricação (*Smart Manufacturing Technologies*) da Indústria 4.0, podendo ser definidas como uma visão do futuro da indústria e da fabricação, na qual as tecnologias da informação aumentarão a competitividade e a eficiência, interconectando cada recurso (dados, pessoas e maquinário) na cadeia de valor. Podem ser subdivididas em dois grupos principais de tecnologias: Tecnologias de Informação e Tecnologias Operacionais (Malavasi et al., 2017).

2.2.2.1. Tecnologias de Informação

As Tecnologias de Informação (TI) incluem: a Internet das coisas industrial a Análise Industrial (*Industrial Analytics*) e a Manufatura em nuvem (*Cloud Manufacturing*).

- *Industrial Internet of Things (IIoT)* - Refere-se a sensores interconectados, instrumentos e outros dispositivos conectados em rede com computadores industriais (Jeschke, Brecher, Meisen, Özdemir & Eschert, 2017), que processam os dados produzidos pelas máquinas. De acordo com Baheti & Gill (2011) a aplicação no setor industrial de Objetos Inteligentes e Redes Inteligentes (abertas, padrão e multifuncionais) é reunida sob o paradigma de Sistemas Ciber-Físicos (CPS - *Cyber-Physical Systems*);
- Análise Industrial - É representada por ferramentas e metodologias que permitem a elaboração de uma enorme quantidade de dados, os chamados *Big Data*, provenientes de Sistemas *IoT* conectados à camada de fabricação ou também da troca de dados entre sistemas de TI que suportam o processo de planejamento e integração de fluxos;
- Manufatura em Nuvem - Garante um acesso aberto, compartilhado e programável a recursos, por meio da internet, para gerenciar com eficiência toda a cadeia de suprimentos e apoiar o processo de produção (Jeschke et al., 2017).

2.2.2.2. Tecnologias Operacionais

As Tecnologias Operacionais permitem uma grande interligação entre os recursos utilizados nos processos operacionais, incluindo:

- Automação avançada - Refere-se à evolução recente do sistema de produção automatizado. O caso mais evidente é o dos Robôs Colaborativos (Co-bots -

- Collaborative Robots*), projetados para trabalhar lado a lado com indivíduos em condições de segurança (Colgate, Wannasuphoprasit & Peshkin, 1996);
- *Advanced Human-Machine Interface* (HMI) - Faz referência a dispositivos vestíveis e a interfaces capazes de adquirir dados ou gerenciar informações em formato tátil, vocal ou visual, visando melhorar os procedimentos e condições de trabalho e auxiliar na tomada de decisão mais rápida (Nee, Ong, Chryssolouris & Mourtzis, 2012). Downs (2005) cita como exemplo: displays de toque; *scanners* 3D e Realidade Aumentada;
 - Manufatura Aditiva - É conhecida como impressão 3D, que produz objetos por meio de uma impressão de camada por camada (Nee et al., 2012). Permite produzir pequenos lotes de produtos que são personalizados.

2.3. *Tecnologia da Informação na Gestão do Conhecimento*

Os recentes avanços em tecnologia da informação tiveram um impacto profundo na última emergência do gerenciamento de conhecimento. A evolução tecnológica implica em novas interações junto a GC, por meio de apoio aos processos de compartilhamento e uso, e pela percepção destas como fontes de informação para novos conhecimentos.

Por sua vez, as vantagens competitivas estão cada vez mais dependentes da forma como as organizações criam, estocam, reproduzem, difundem e assimilam o conhecimento em diferentes contextos, incorporando rapidamente em novas tecnologias, produtos e serviços. Observa-se assim, que o conhecimento se tornou fonte certa de uma vantagem competitiva duradoura (Nonaka & Takeuchi, 2008; Ribeiro, Calijorne, Jurza & Ziviani, 2017; Rodriguez, 2010; Tigre, 2006; Valentim, 2008).

A tecnologia sempre foi um pilar da gestão do conhecimento por sua representação em estruturas teóricas de sistematização da gestão do conhecimento (Batista, 2012; Davenport & Prusak, 1998). O verdadeiro desafio para as empresas não é simplesmente ter uma tecnologia de informação sofisticada, mas sim descobrir como empregar esses recursos para permitir a criação e troca de conhecimento entre pessoas nas organizações, tornando-se primordial para o sucesso das organizações.

Uma diversidade de tecnologias é mencionada ao longo do desenvolvimento da gestão do conhecimento, podendo assumir as seguintes aplicabilidades:

- Sistemas de Informações Empresariais (SAD, SIE, SIG) - Assumem papel de apoio aos níveis táticos, estratégicos e operacionais da organização (Carvalho & Brittos, 2006);
- *Customer Relationship Management* (CRM) - É orientado para as informações de clientes (Ferreira, Varajão & Cunha, 2016);
- *Enterprise Resource Planning* (ERP) - Trata as informações de toda a organização com vistas ao planejamento dos recursos (Nganga & Leal, 2015);
- Bancos de dados - Representam repositórios, ou armazéns de conhecimentos (Elmasri, 2008);
- *Data Mart* - Consistem em armazéns de dados de determinada área da organização que apoiam a tomada de decisão (Reis, Angeloni & Serra, 2010);
- *Data Mining* - Trata-se de um processo não trivial de identificação de padrões válidos de novos dados úteis a organização (Reis et.al., 2010);
- *Data Warehouses* - Trata-se de uma coleção de tecnologias de suporte à decisão,

- (Elmasri, 2008);
- Os prefixos intra, extra e inter situam o âmbito de atuação da rede para a organização (Cornélio, Abreu & Costa, 2010);
 - Portal corporativo - Fazem uso da infraestrutura de rede e disponibilizam informações do negócio (Silva & Gasque, 2016);
 - Sistema de Recuperação da Informação (SRI) - Atuam sobre representação da informação e controle do registro do conhecimento (Froes & Cardoso, 2008);
 - *Web 2.0* - Organização do conteúdo para sua recuperação (Cornélio et al., 2010);
 - *Web 3.0* - Geração e distribuição de conteúdo útil, de acordo com as necessidades dos usuários (Eis, 2017);
 - Processamento de linguagem natural - Busca simular e reproduzir as faculdades humanas por meio de mecanismos inteligentes (Froes & Cardoso, 2008);
 - Sistemas especialistas - Permitem a estruturação do conhecimento de indivíduos peritos da organização em um conjunto de regras que ancoram a realização de raciocínios complexos (Carvalho, 2000);
 - Fóruns e *Chats* - Ferramentas orientadas para a interação entre os indivíduos para criação e compartilhamento de conhecimentos, que comportam grupos discussões virtuais (Schons & Costa, 2008);
 - *Clipping* - Seleção de informações orientadas ao negócio (Schons et al., 2008);
 - *Blogs* - Para compartilhamento de conhecimentos (Schons et al., 2008);
 - Ferramentas *Office* - Englobam tecnologias de criação do conhecimento de forma colaborativa (Cornélio et al., 2010);
 - *Google docs* - Criação do conhecimento de forma colaborativa pelo escritório online (Cornélio et al., 2010);
 - *Excell* - Permitem a construção compartilhada de conhecimentos;
 - *Wikis* - Admite a escrita colaborativa entre os leitores (Froes et al., 2008);
 - Gestão Eletrônica de Documentos (GED) e Gestão Eletrônica de Conteúdo (GEC) - Facilitam o acesso, arquivamento e difusão dos conhecimentos explícitos (Rodrigues et al., 2001);

As tecnologias são fatores que se inclinam a impulsionar as ações voltadas para o conhecimento, seja na criação, compartilhamento ou uso deste ativo (Corrêa, De Lacerda, Ziviani, De Souza França & Ribeiro, 2018). A maturidade obtida por meio do aprendizado destas iniciativas permitiu que a tecnologia fosse posicionada, corretamente, como elementos meio para a gestão do conhecimento e não mais como elementos centrais.

3. Procedimentos metodológicos

Situada no propósito de investigar como os sistemas de informação podem possibilitar um ambiente propício para o gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0 proporcionando maior competitividade, esta pesquisa se caracteriza pela natureza exploratória descritiva, com abordagem qualitativa.

Exploratória por buscar familiarização com o problema visando descobrir relações entre os elementos analisados (Bervian, Cervo & Silva, 2002; Perovano, 2016) e descritiva por promover a descrição dos fenômenos e de suas relações (Trivinões, 1987; Gil, 2002), aprofundando a compreensão sobre as implicações da gestão do conhecimento e dos sistemas

de informação na competitividade da Indústria 4.0, contribuindo nas construções teóricas e práticas dedicadas aos fundamentos defendidos, orientando as organizações para que haja entendimento e melhor aproveitamento do conhecimento.

Da mesma forma, a abordagem qualitativa procura entender a relação entre os construtos estudados, sem a intenção de quantificá-los, mas também busca gerar conhecimentos para aplicações práticas e solução de problemas. Para Vergara (2015) a pesquisa qualitativa busca aprofundamento da compreensão de um grupo social ou de uma organização. Nessa abordagem os aspectos da realidade não podem ser quantificados e centrado-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.

Enquadra-se, igualmente quanto aos meios como pesquisa bibliográfica por relacionar referências publicadas e discute as contribuições científicas, tanto acadêmicas quanto organizacionais, dos construtos gestão do conhecimento, sistemas de informação e Indústria 4.0. A pesquisa bibliográfica utiliza a consulta a artigos publicados em bases científicas para obtenção de dados primários (Vergara, 2015).

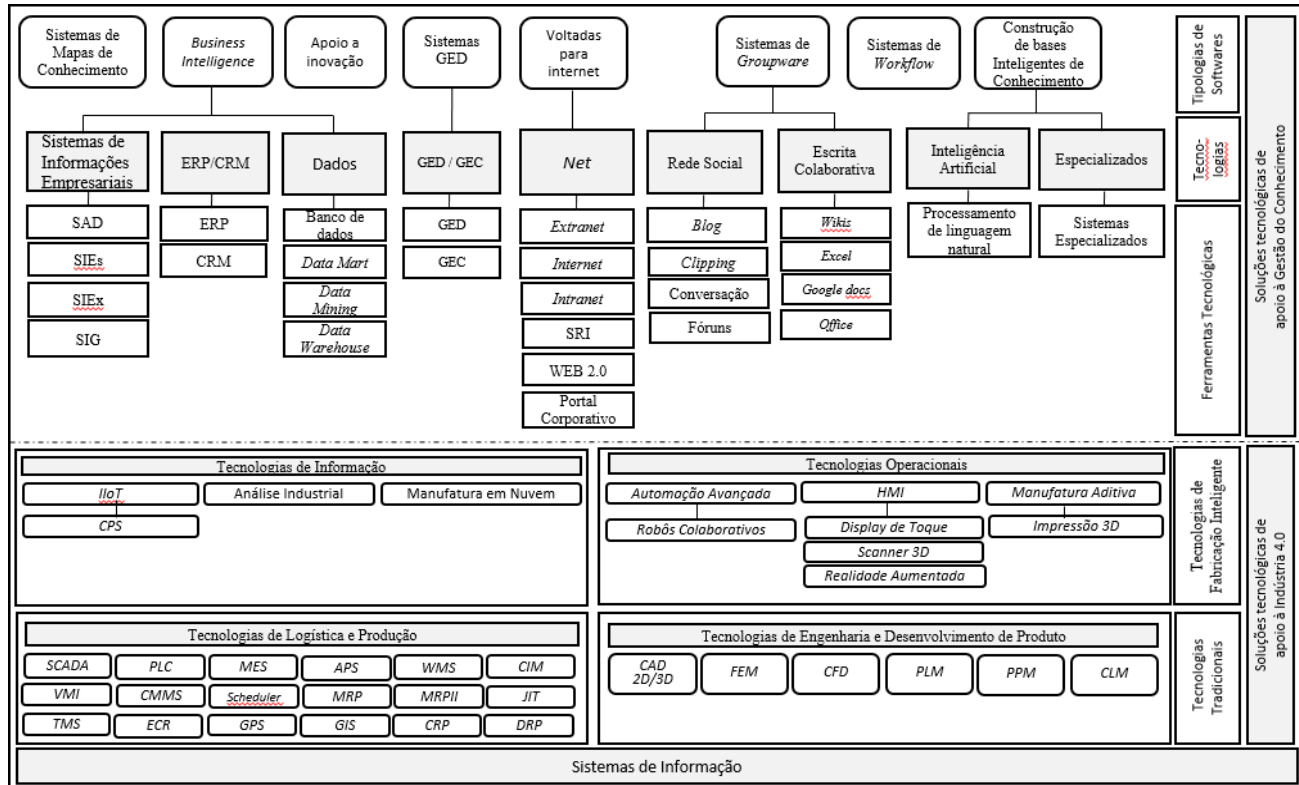
A seção seguinte elucida a indicação das ferramentas tecnológicas e de gestão do conhecimento, para o gerenciamento do conhecimento nas Indústrias 4.0.

4. Apresentação e análise de resultados

A Indústria 4.0 requer, além de outros fatores, do desenvolvimento e controle de sistemas de informação adequados para suportar e agilizar as transações necessárias. As ferramentas tecnológicas possuem um papel primordial no gerenciamento e controle do canal logístico. Buscando indicar as ferramentas tecnológicas de apoio à gestão do conhecimento e à Indústria 4.0, identificadas no capítulo 2, a Figura 1 foi elaborada.

Na parte superior da Figura 1 foram apresentados os três níveis hierárquicos dos Sistemas de Informação de Apoio à Gestão do Conhecimento, no qual o nível inferior representa os 28 conceitos tecnológicos de ferramentas que apoiam a gestão do conhecimento; o nível intermediário (meio) exprime as nove taxonomias que agrupam os conceitos do nível inferior; e o nível superior expõe as oito tipologias de softwares de gestão do conhecimento e suas ligações com as taxonomias expostas no nível anterior, ilustrando assim a construção dos níveis e o entrelace passível de serem realizados por meio da navegação entre estes, propostos nos estudos de Carvalho, 2000 e Corrêa et al. (2018).

Figura 1: Conceitos tecnológicos apoiadores da CG e que suportam a Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de Carvalho (2000); Corrêa et al. (2018); Laudon & Laudon (2004); Malavasi & Schenetti (2017)

Para facilitar o entendimento e visualização dos três níveis hierárquicos dos Sistemas de Informação de Apoio à Gestão do Conhecimento apresentados na parte superior da Figura 1, foi adotada a categorização de tecnologias realizada no estudo de Corrêa et al. (2018), no qual as tecnologias de apoio à gestão do conhecimento foram agrupadas em taxonomias, ou seja, foram classificadas sistematicamente visando o agrupamento de conceitos e, ou, termos de um domínio (Campos & Gomes, 2007). Assim, as taxonomias consistem na categorização de diversos conceitos recortados por similaridade aos quais os mesmos servem. Os entrelaces entre tipologias de *softwares* de gestão do conhecimento e taxonomias (tecnologias de apoio à gestão do conhecimento), tendem a apoiar a associação cognitiva das ferramentas tecnológicas com o propósito de apoio a gestão do conhecimento, permitindo a interpretação, entendimento e inferências de conceitos.

Na parte inferior da Figura 1 foram elencadas as tecnologias que apoiam e dão suporte a realização das atividades na Indústria 4.0, a partir das pesquisas de Laudon & Laudon (2004) e Malavasi et al. (2017) a saber: Tecnologia Tradicionais e Tecnologias de Fabricação Inteligentes. As Tecnologias Tradicionais foram subdivididas em Tecnologias de Logística e Produção e Tecnologias de Engenharia e Desenvolvimento de Produto. Já as Ferramentas de Fabricação Inteligentes foram repartidas em Tecnologias de Informação e Tecnologias Operacionais.

Vale ressaltar que a combinação entre os sistemas de informação de apoio à gestão do conhecimento e à Indústria 4.0 viabiliza e estreita a relação com clientes e fornecedores, ou seja, com os stakeholders internos e externos, proporcionando melhores resultados aos

participantes da cadeia, seja pelo compartilhamento de conhecimento, expertises, melhores práticas, seja pelo desenvolvimento conjunto de inovações.

Esta combinação favorece o desenvolvimento da Indústria 4.0, alavancando o seu desempenho e conquistando uma vantagem competitiva superior. O entrelace entre os sistemas de informação de apoio à gestão do conhecimento e à Indústria 4.0 ocorre pela dispersão das ferramentas de apoio à gestão do conhecimento, como se estas fossem um guarda-chuva de possibilidades, com o objetivo de favorecer o gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0.

Na verdade, o gerenciamento da Indústria 4.0 é estabelecido pelo relacionamento dos fluxos de informação, no qual as Tecnologias Tradicionais, conforme demonstrado na Figura 1, configuram-se como pilares das Tecnologias de Fabricação Inteligentes, possibilitando que os fluxos de informações, de matérias primas e de produtos circulem nas organizações e entre os elos da cadeia de suprimentos, de maneira ordenada e eficiente, otimizando os resultados dos processos e os resultados organizacionais. Na Figura 1 os Sistemas de Informação aparecem na parte inferior, com o objetivo de promover suporte as soluções tecnológicas de apoio à Indústria 4.0 e as soluções tecnológicas de apoio à GC.

O ponto de junção do gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0 são: primeiro, a preocupação com a informação, em segundo lugar, a consideração de envolver a organização como um todo. Os propósitos da gestão do conhecimento e da Indústria 4.0 também se consubstanciam em: melhorar a eficiência da organização como um todo, alcançar o incremento da cadeia de abastecimento através da utilização do compartilhamento de conhecimento entre os intervenientes do canal pela adoção de práticas e iniciativas que proporcionem a troca rápida de informações e a visibilidade das operações conjuntas; e, em seguida, obter o benefício maximizado de desempenho na Indústria 4.0 a fim de atingir os objetivos de agilidade, flexibilidade, eficiência e custos.

Finalmente, tanto a Indústria 4.0 como a gestão do conhecimento têm dois aspectos de formulação e aplicação, os quais são continuamente trocados e desenvolvidos: preocupação com a sobrevivência a longo prazo e o desenvolvimento das empresas envolvidas no canal (De Abreu, 2018; Diogo et al., 2019).

Devem ser consideradas algumas tecnologias e tendências em relação a ferramentas interoperáveis para agilidade e flexibilidade organizacional, com base em operações comerciais distribuídas. Essa mudança de paradigma da Indústria 4.0 de ambientes corporativos internos e protegidos para redes abertas está dando origem a novos tipos de organizações interconectadas. Essas organizações são virtuais em conceito, altamente flexíveis, dinâmicas e capazes de alavancar o poder das tecnologias de rede para atender às demandas dos clientes por produtos e serviços de alto valor agregado em um mercado global (Filos & Banahan, 2001). Isso indica que o conhecimento não é apenas confinado internamente, mas atravessa os limites da organização, o que significa para as empresas estendidas na rede de empresas e clientes parceiras.

5. Considerações finais

Neste artigo foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre as ferramentas tecnológicas para apoiar a gestão do conhecimento na Indústria 4.0, atendendo ao objetivo específico (i) de compreender a importância da gestão do conhecimento na Indústria 4.0. As empresas perceberam a importância de informações oportunas e compartilhadas disponíveis para tomar decisões mais informatizadas e corretas. Isso contribuirá proativamente para aumentar a

produtividade organizacional e a competitividade no século XXI. Em atendimento ao segundo e terceiro propósitos de identificar as principais ferramentas tecnológicas adotadas na Indústria 4.0 (ii) e como apoiadora da gestão do conhecimento (iii), foram apresentados no referencial teórico achados encontrados na literatura, demonstrados tópicos 2.2 e 2.3. Este artigo realizou a indicação das ferramentas para gestão do conhecimento na Indústria 4.0 através da elaboração da Figura 1, cumprindo com o último objetivo específico (iv).

A Figura 1 possibilitou demonstrar que o entrelace entre as tecnologias de informação de apoio à gestão do conhecimento e as tecnologias de informação de apoio ao desenvolvimento da Indústria 4.0 ocorre pela dispersão das ferramentas de apoio à gestão do conhecimento, como se estas fossem um guarda-chuva de possibilidades, com o objetivo de favorecer o gerenciamento do conhecimento ao longo da cadeia, como também, de possibilitar a adoção e uso das ferramentas de apoio ao desenvolvimento da Indústria 4.0 pelos usuários, tornando assim a Indústria 4.0 mais competitiva, ao otimizar os resultados dos processos e os resultados organizacionais com maior agilidade, flexibilidade, e eficiência em custos, o que responde a questão de pesquisa deste estudo.

Estes resultados estão diretamente associados ao grau de eficácia com que o conhecimento é gerenciado na Indústria 4.0. Desta forma, seria possível correlacionar os resultados obtidos da aplicação do sistema de gestão do conhecimento com o desempenho da Indústria 4.0. e que podem ser traduzidos em competitividade. Torna-se importante ainda comentar que se os princípios e as ferramentas da gestão do conhecimento, estiverem sendo corretamente aplicados, após identificados e sistematizados os fluxos de dados, informações e conhecimentos, deve-se observar também o aumento dos níveis eficiência e competitividade.

Para concretização deste estudo foi empreendida uma pesquisa qualitativa de natureza exploratório-descritiva. Se enquadra quanto aos meios como pesquisa bibliográfica, por relacionar referências publicadas e discute as contribuições científicas, tanto acadêmicas quanto organizacionais, dos construtos gestão do conhecimento, sistemas de informação e cadeia de suprimentos.

Algumas orientações de pesquisa futuras podem ser empreendidas no âmbito da tecnologia da informação e gestão do conhecimento na Indústria 4.0: I)-Desenvolver um modelo para o sistema de gestão do conhecimento para o ambiente da Indústria 4.0; II)- Realizar estudos de caso empíricos sobre a gestão do conhecimento na Indústria 4.0 identificando os principais desafios; III)- Estudar as implicações das tecnologias emergentes de informação e comunicação na gestão do conhecimento na Indústria 4.0.

Ainda não existe uma literatura ampla e casos empíricos sobre a gestão do conhecimento na indústria 4.0 por trata-se de um tema em desenvolvimento, sendo esta uma limitação deste estudo.

Por fim este estudo proporcionou algumas reflexões importantes. Os atuais ambientes da Indústria 4.0 precisam se concentrar no gerenciamento de ativos de conhecimento. Os sistemas de informação facilitam a comunicação aberta para desenvolver redes de conhecimento que eventualmente levarão à difusão da inovação para melhorar a competitividade da organização. Mais uma vez, a comunicação aberta e as redes representam um grande desafio na proteção dos interesses comerciais. Além disso, as redes abertas permitem um grande volume de dados e informações e isso requer a determinação de um sistema adequado de armazenagem de dados e mineração de dados para gestão do conhecimento na Indústria 4.0, ao disponibilizar as informações certas para as pessoas certas, a disseminação do conhecimento contribuirá significativamente para o aumento da produtividade e

competitividade das organizações.

6. Referências

- Abbade E. B., (2016) Interorganizational Alignment of Strategic Orientations in Supply Chains. *Revista de Negócios*, 20(2), 15-30
- Aronoff S., (1989) *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDI Publications
- Baheti R., Gill H., (2011) *Cyber-physical systems*, The impact of control technology, pp.1-6
- Ballou R. H., (2001) *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*: planejamento, organização e logística empresarial, Porto Alegre: Bookman, 4ª edição
- Barbosa R. R., Sepúlveda M. I. M., Costa M. U. P., (2009) Gestão da informação e do conhecimento na era do compartilhamento e da colaboração. *Informação & Sociedade*, João Pessoa, v. 19, n. 2, p. 13-24, maio/ago.
- Batista F. F., (2012) *Modelo de gestão do conhecimento para a administração pública brasileira*: como implementar a gestão do conhecimento para produzir resultados em benefício do cidadão. Brasília: IPEA
- Bervian P. A., Cervo A. L., Silva R., (2002) *Metodologia científica*. São Paulo: Prentice Hall
- Botelho M. A., Monteiro A. M., Valls, V., (2007) A gestão do conhecimento esportivo: a experiência da biblioteca da SEME. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 175-188, jan./abr.
- Boyer S., (2004) *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*, Instrumentation, Systems and Automation Society, Research Triangle Park, North Carolina
- Campos M. L. A., Gomes H. E., (2007) Taxonomia e classificação: a categorização como princípio. In: Encontro Nacional De Pesquisa Em Ciência Da Informação Enancib, 8, *Anais*
- Carvalho H., Brittos V. C., (2006) Comunicação e informação como fatores críticos de sucesso na gestão do conhecimento. *Datagramazero*, Rio De Janeiro, V. 7, N. 2
- Carvalho R. B., (2000) *Aplicações de softwares de gestão do conhecimento*: tipologia e usos. Belo Horizonte: UFMG
- Civi E., (2000) *Knowledge management as a competitive asset*: a review. *Market. Intell. Plann.*, 8(4), 166–174
- Colgate J. E., Wannasuphprasit W., Peshkin M. A., (1996) Cobots: Robots for collaboration with human operators, *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, Vol. 58, pp. 433–440
- Cornélio N. A. G., Abreu A. F., Costa E. O., (2010) Espaço interativo: modelo de relação universidade empresa baseada em comunidades de prática. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 39, n. 1, p.9-20, jan./abr
- Corrêa F., De Lacerda M. E., Ziviani F., De Souza França R., Ribeiro J. S. D. A. N., (2018) Tecnologias de apoio a gestão do conhecimento: uma abstração por conceito, taxonomia e tipologia. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*, 11.2: 498-522
- Daenport T. H., Prusak L., (1998) *Conhecimento empresarial*: como as organizações gerenciam seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus
- De Abreu P. H. C., (2018) Perspectivas para a gestão do conhecimento no contexto da indústria 4.0. *South American Development Society Journal*, 4.10: 126-145
- Delaram J., Valilai O. F., (2018) An architectural view to computer integrated manufacturing systems based on Axiomatic Design Theory. *Computers in Industry*, 100: 96-114
- Diogo R. A., Junior, Armando K., Santos N., (2019) A transformação digital e a gestão do conhecimento: contribuições para a melhoria dos processos produtivos e organizacionais. *P2p E Inovação*, 5.2: 154-75
- Downs R., (2005) Using resistive touch screens for human/machine interface, *Analog Applications Journal*, Texas Instrument Incorporated, pp. 5-10
- Eis D., (2017) *Introdução à Web Semântica*: A inteligência da informação. Casa do Código Elmasri R., (2008) *Fundamentals of database systems*. Pearson Education India
- Enns S. T., Suwanruji P., (2014) Distribution planning and control: an experimental comparison of DRP and order point replenishment strategies. In: *Conference Proceedings of the Academy of Business and Administrative Sciences* [online], Prague, Czech Republic [cited 27 February]
- Ferreira B. O. S., Varajão J., Cunha, A., (2016) Fatores de sucesso da gestão de projetos de CRM: uma revisão de literatura. In: Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, CAPSI, 16., Porto. *Anais*. Porto

- Filos E., Banahan E., (2001) Towards the smart organization: an emerging organizational paradigm and the contribution of the European RTD program. *J. Intell. Manuf.*, 12(2), 101–119
- Froes T., Cardoso A., (2008) Práticas pedagógicas utilizando um ambiente virtual de aprendizagem para construção colaborativa do conhecimento. *DataGramZero*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2
- Garg A., Deshmukh S. G., (2006) *Maintenance management: literature review and directions*, Journal of Quality Management Engineering, Vol. 12 (3), pp. 205-238
- Gil A. C., (2002) *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas
- Gunasekaran A., Ngai E. W. T., (2014) Expert systems and artificial intelligence in the 21st century logistics and supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 1.41: 1-4
- Ho C.-T. (2009) The relationship between knowledge management enablers and performance. *Industrial Management and Data Systems* 109 (1), pp. 98-117
- Jeschke S., Brecher C., Meisen T., Özdemir D., Eschert T., (2017) *Industrial Internet of Things and Cyber Manufacturing Systems*, New York, Springer
- Laudon K. C., Laudon J. P., (2004) *Management Information Systems: managing the digital firm*. New Jersey: Prentice Hall, 8ª edição
- Lee J.; Kao H.-A., Yang S., (2014) Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, 2014, 16: 3-8
- Leonardi J., Bastos R. C., (2014) Bases epistemológicas da teoria de criação de conhecimento organizacional. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, v. 4, n. 2, p. 3 – 18
- Loch C. H., Kavadias S., (2007) *Handbook of New Product Development Management*, Burlington, Butterworth Heinemann-Elsevier
- Malavasi M., Schenetti G., (2017) *Lean manufacturing and Industry 4.0: an empirical analysis between sustaining and disruptive change*
- Monteiro B. R., (2009) Sistemas de Informação Geográfica Móveis aplicados no Governo Eletrônico Municipal. In. *I Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico*. 2009. Bento Gonçalves. Porto Alegre: SBC
- Moresi E. A. D., (2001) Gestão da informação e do conhecimento. In: TARAPANOFF, K. (Org). *Inteligência organizacional e competitiva*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 111-142
- Nazário P.R., (1999) A importância de Sistemas de Informação para a competitividade logística. *Revista Tecnológica*. Ano v, n. 44, p.28-40
- Nee A. Y. C., Ong S. K., Chryssolouris G., Mourtzis D., (2012) *Augmented Reality Applications in Design and Manufacturing*, CIRP Annals Manufacturing Technology, Vol. 61(2), pp. 657–679
- Nganga C. S. N., Leal E. A., (2015) A Utilidade de um Sistema ERP (Enterprise Resource Planning) no Processo de Gestão de Pequenas Empresas. *Revista Contabilidade e Controladoria*, v. 7, n. 1
- Nonaka I., Takeuchi H., (2008) *Gestão do conhecimento*. São Paulo: Editora Bookman Perovano D. G., (2016) *Manual de metodologia da pesquisa científica*. Curitiba: InterSaberes
- Politecnico di Milano, (2017) *L'interoperabilità nella Fabbrica 4.0: standard, architetture e approcci per interconnettere macchinari e processi*, Observatory Industry 4.0 (Report 2017, May), available at sserveratori.net
- Reis E. S., Angeloni M. T., Serra F. R., (2010) Business intelligence como tecnologia de suporte à definição de estratégias para a melhoria da qualidade do ensino. *Informação & Sociedade*, João Pessoa, v. 20, n. 3, p. 157- 167, set. /dez.
- Ribeiro J. S. D. A. N., Calijorne M. A. S., Jurza P. H., Ziviani F., Neves J. T D. R., (2017) Gestão do conhecimento e desempenho organizacional: integração dinâmica entre competências e recursos. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 4-17
- Ribeiro J. S. D. A. N., Calijorne M. A. S., Jurza P. H., Ziviani F., (2018) The articulation between innovation and competences anchored by knowledge management aiming sustainable competitive advantage. *Brazilian Journal of Information Science: Research Trends*, 12.2
- Rodrigues M.P.F., Duarte E.N., (2006) Adoção de tecnologias como facilitadora ao uso de conhecimento na biblioteca do UNIPÊ. *Biblionline*, João Pessoa, v. 2, n. 1
- Saenz de Ugarte B., Artiba A., Pellerin R., (2009), Manufacturing execution system: a literature review, *Production Planning & Control*, Vol. 20 (6), pp. 525-539
- Schons C. H., Costa M. D., (2008) Portais corporativos no apoio à criação de conhecimento organizacional: uma abordagem teórica. *DataGramZero*, Rio de Janeiro, v.9, n.3
- Schwab K., (2016) *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro
- Slack N., Chambers S., Johnston R., (2009) *Administração da Produção*. Tradução Henrique Luiz Correa. 3.

- ed. São Paulo: Atlas
- Stark J., (2004) *Product lifecycle management: 21st century paradigm for product realization*, New York, Springer
- Tavares A. R. F. M., (2018) *OPT– Optimized Production Technology: Ensaio numa Indústria de Componentes*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial). Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
- Tigre P. B., (2006) *Gestão da Inovação. A Economia da Tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora
- Trivinhõs A. N. S., (1987) *Introdução à pesquisa em ciências sociais*. São Paulo, Editora Atlas
- Valentim M. L. P., (2008) *Gestão da Informação e do Conhecimento*. São Paulo: Editora Polis
- Vergara S. C., (2015) *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo-SP: Editora Atlas S.A.
- Wanke P., (2004) *Uma Revisão dos Programas de Resposta Rápida: ECR, CRP, VMI, CPFR, JIT II, COPPEAD*, Rio de Janeiro.

Relaciones entre la responsabilidad social empresarial y la publicidad engañosa a través de estrategias promocionales de empresas lácteas mexicanas en internet

M.A. Luis Osvaldo Gutiérrez Aceves
Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración,
México. natu77@gmail.com

Dr. León Martín Cabello Cervantes
Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración,
México. leoncabello@gmail.com

Dra. Clara Escamilla Santana
Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, México.
escamillaclara366@gmail.com

Dra. María de la Luz Fernández Barros
Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración,
México. maluzfb@gmail.com

Resumen

Para evaluar los esquemas de comunicación relacionados con los compromisos que las empresas lácteas mexicanas guardan con respecto a la responsabilidad social empresarial y la aplicación de la ética en la generación de estrategias publicitarias en internet, ésta investigación tiene como objetivo el evaluar la importancia de la presencia de contenidos congruentes a la RSE en internet para la generación de comunidades de consumidores leales, lejos de prácticas de publicidad engañosa en la generación de estrategias promocionales a través de plataformas digitales. Como resultado se aprecia un análisis de correlaciones con datos que permiten observar cómo el posicionamiento orgánico de las empresas lácteas en internet se incrementa a medida que se evitan los anuncios que puedan considerarse como engañosos, de la misma forma que la presencia de contenidos considerados socialmente responsables incrementa el número de seguidores que reaccionan positivamente en redes sociales, lo que genera un desempeño eficiente de la comunicación empresarial.

Palabras clave

Publicidad engañosa, marketing digital, tecnologías de la información, RSE.

1. Antecedentes y Marco Teórico

1.1. Aplicaciones publicitarias de empresas lácteas en internet

La industria láctea conforma uno de los principales grupos de anunciantes que generan piezas publicitarias en los principales medios de comunicación masiva como la televisión (Calvillo, García, & Cabada, 2014), por lo que el análisis de las actuaciones promocionales de las compañías lecheras mexicanas en internet y su compromiso con esquemas de Responsabilidad Social Empresarial, se vuelve un tema de profundo interés, pues es una industria que representa el 0.4 % del Producto Interno Bruto mexicano, con un valor anual

cercano a los 50 mil millones de pesos, resultantes de la producción de casi 11 mil millones de litros de leche generados por un aproximado de 310 industrias relacionadas con la producción, derivación y comercialización de diversos productos lácteos (Infolatam, 2010; Pérez, 2011; Luna, 2011; USDA, 2008).

La demanda final doméstica es el principal destino de la industria láctea, misma que contempla la observación mercadológica de ciertas dinámicas demográficas, el poder adquisitivo de la población, el comportamiento psicosocial y diversas características entre las que se encuentran preferencias de consumo basadas en dietas tradicionales que incluyen la ingesta de leche líquida y otros derivados como queso, yogurt, crema y mantequilla, de forma extendida en los consumidores, por lo que las empresas lecheras dependen en gran medida de complejas estrategias promocionales que incluyen grandes inversiones publicitarias en medios masivos de comunicación y de forma creciente en plataformas digitales.

En este sentido, la publicidad digital ha demostrado ser la punta de lanza de varias de las campañas promocionales de la mayoría de los anunciantes alrededor del mundo, entre los cuales la industria láctea ha comenzado a participar, aunque de forma pausada, adaptándose a los modelos electrónicos de transmisión de contenido y aplicaciones publicitarias que se generan constantemente en las tecnologías de la información, las cuales han demostrado un crecimiento exponencial y un dominio de un mercado en expansión al cual se están conectando millones de usuarios por medio de computadoras con acceso a internet y teléfonos móviles con software especializado en comercio electrónico.

Según los datos de la Asociación de Internet MX, existen 70 millones de internautas en México, de los cuales el 39% se encuentran entre los 12 y 24 años de edad, ubicados principalmente en un 36% en la zona centro del país, los cuales tienen más de 7 años usando internet accediendo mayormente desde smartphones y laptops, con una intención de uso mayor para acceder a las redes sociales, siendo las cinco principales: facebook, whatsapp, youtube, twitter e instagram (Asociación de Internet MX, 2017).

La rentabilidad que aportan los medios electrónicos de transmisión publicitaria queda manifiesta en el comportamiento de los anunciantes, Muela (2008) presenta cifras que confirman el incremento de los presupuestos para la publicidad en internet, los cuales han crecido en un 33%, lo cual contrasta con el incremento del 6.2% de los medios convencionales o el 7.8% de la televisión.

En este sentido, las empresas lecheras se enfrentan a un panorama en el que se vuelve prioritario adaptarse de forma rápida a los contenidos y formatos usados para promover el consumo de mercancías o servicios en el ciberespacio ya que las fórmulas de comunicación han cambiado de esquema dejando de lado las técnicas tradicionales publicitarias. En el mundo digital, los consumidores se han convertido en receptores muy activos, como se muestra en la Tabla 1, sumamente especializados y con características muy distintivas que marcan la diferencia en el uso y manejo de la información, así como de la interactividad con el medio. Incluso los segmentos de mercado se vuelven más complejos y generan subdivisiones cada vez más profundas y específicas, por lo que estrategias de manipulación o de persuasión basadas en información atractiva pero dudosa (como el caso de la publicidad engañosa que antes parecía una estrategia común) pueden ser señaladas inmediatamente por los usuarios de internet, afectando directamente el desempeño de las marcas y sus resultados financieros

Tabla 1. Seguidores de Redes Sociales Oficiales de Empresas Lácteas en Internet al 2017

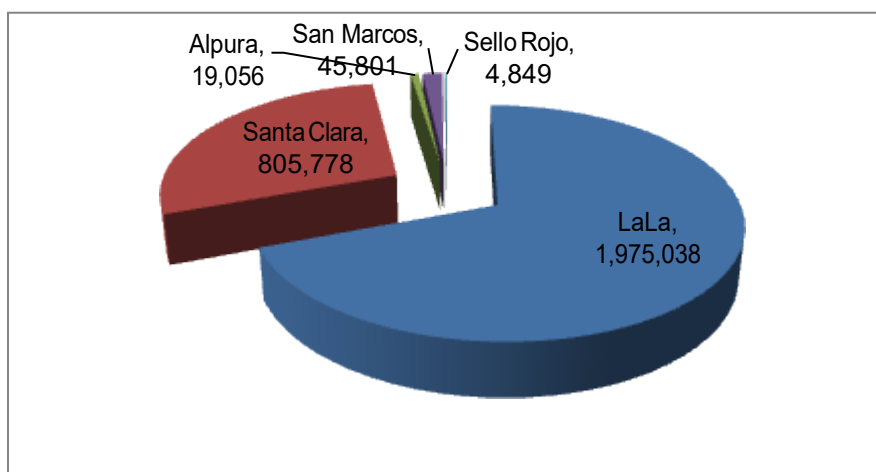
Facebook		Youtube	Twitter	Instagram
LaLa	1,317,335	9659	8016	3558
Santa Clara	820757	8587	225	37300
Alpura	375001	2457	11200	1651
San Marcos	79581	56	9	0
Sello Rojo	30947	0	0	0
Nutrileche	6788	338	0	0
Leche León	4931	24	0	0
Liconsa	4496	0	12200	0
Gota Blanca	3843	0	211	0
Leche Querétaro	3242	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de Facebook (2017), Youtube (2017), Twitter (2017) e Instagram (2017).

Debido a que la constante dinámica evolutiva de la tecnología actual evita la descripción única de los formatos publicitarios en internet se observaron para efectos de esta investigación algunos de los formatos más comunes que relatados por Ordozgoiti De La Rica, Rodríguez del Pino, Olmos Hurtado, & Miranda Villalón (2010), como son: banner (rectángulo publicitario), enlace patrocinado (Google AdWords), anuncio intersticial (superposición de capas de contenido sobre el sitio principal), rich media (GIF, Flash y Shockwave), Videos y Redes Sociales.

El caso del video y redes sociales merecen un apartado principal ya que el crecimiento de los canales de transmisión y alojamiento de videos gratuitos en internet, como es el caso de YouTube han revolucionado el uso del video publicitario en internet incluyendo formatos de pre-roll, smart over-lay y smart rolls, agregando la posibilidad de monetizar los contenidos y generar ingresos extras.

Figura 1. Número de visualizaciones de spot publicitario central en Youtube.



Fuente: Elaboración propia con datos de Youtube (2017).

En cuanto a las redes sociales, estas plataformas de libre acceso se han convertido en un

medio de comunicación hacia el cual la mayor parte de la población, conectada a internet a través de interfaces de telefonía móvil o desde la tradicional conexión fija o inalámbrica en una computadora portátil o de escritorio en cualquier lugar, ya sea en la oficina o hogar, puede concurrir prácticamente sin restricciones. Lo que al inicio resultaba una comunidad de usuarios virtual, se fue permeando para ser utilizada también como un medio de comunicación efectivo para las empresas o instituciones interesadas en establecer interacciones frecuentes con diversos grupos de consumidores o públicos de interés.

Pese a que las redes sociales más utilizadas incluyen a Twitter, con un alcance de 313 millones de usuarios activos mensualmente (Twitter, 2017) e Instagram con una comunidad de más de 600 millones de usuarios (Instagram, 2017), en este trabajo se analizará primeramente el desempeño que las empresas lácteas logran a través de Facebook, un servidor de páginas web personales que pueden ser vinculadas entre sí a través de tableros de comentarios, conversaciones, opciones de seguimiento e interacción personal o grupal. De acuerdo a su sitio corporativo, Facebook registró un promedio de 1,040 millones de personas activas diariamente y 934 millones de usuarios activos a través de dispositivos móviles como teléfonos celulares (Facebook, 2017). Cada vez son más las empresas que interactúan con sus públicos objetivo a través de esta plataforma social ya que permite comunicación con los consumidores y a su vez es susceptible de generar campañas publicitarias con una segmentación de mercado muy profunda.

1.2. Presencia de la Publicidad Engañosa en Internet

En la búsqueda de los elementos más atractivos en la industria de la comunicación para lograr un impacto altamente persuasivo en la mente del consumidor, los anunciantes deben ser cautelosos en el uso de la información y el contenido de sus campañas publicitarias ya que podrían incurrir en prácticas poco éticas, que en el afán de obtener grandes rendimientos financieros, lleguen a afectar el comportamiento económico de los consumidores, a fallas en la interpretación de los datos que ocasionen errores en el consumo de productos o incluso al dolo en la promoción de productos que pueden llegar a causar daños o afectaciones en la salud de los consumidores. Tal es el caso de los anuncios que son considerados como publicidad engañosa.

La Ley Federal de Protección al Consumidor indica en su artículo 32: “Se entiende por información o publicidad engañosa o abusiva aquella que refiere características o información relacionadas con algún bien, producto o servicio que pudiendo o no ser verdaderas, inducen a error o confusión al consumidor por la forma inexacta, falsa, exagerada, parcial, artificiosa o tendenciosa en que se presenta” (Estados Unidos Mexicanos, 2016).

En esos términos, la publicidad engañosa es un tema prioritario en el ámbito académico, político y social, ya que la compra de bienes o servicios bajo la influencia de comunicaciones que inducen al error o confusión, ha derivado en deficientes prácticas de consumo, principalmente de alimentos y bebidas, lo cual ha sido una causa importante de los altos índices de sobrepeso y obesidad en México, mismos que han rebasado la capacidad del sistema público de salud, los cuales se proyectan en una situación alarmante de enfermedades crónico degenerativas, presentes cada vez más en edades tempranas, lo que incluso está mermando las finanzas nacionales, además de violar derechos de salud de niños, niñas y adolescentes (Calvillo, García, & Cabada, 2014).

Conforme la aplicación del marco legal de referencia en México, todos los medios de comunicación masiva se encuentran sujetos a evitar la publicidad engañosa, incluido el

internet, sin embargo tanto la publicidad digital como la televisión o la prensa, generan estrategias conjuntas para vincular los contenidos publicitarios con aplicaciones para teléfonos móviles, redes sociales, marketing viral, juegos en internet, entre otras, que orillan a los consumidores, en su mayoría público infantil y adolescente, a consumir alimentos y bebidas que se pueden considerar no saludables (Calvillo, García, & Cabada, 2014), por lo que bajo la premisa de generar error o confusión en el consumidor, la mayoría de las empresas anunciantes estarían generando algún tipo de publicidad engañosa.

Los mensajes publicitarios en internet se diferencian de los medios convencionales ya que tienen una entrega ilimitada de mensajes sin depender de localización geográfica o del horario, la posibilidad del anunciante para dirigirse a una audiencia específica globalmente, la capacidad de interactividad y la función cuantitativa para medir el comportamiento de los usuarios (Blázquez Resino, Molina Collado, Esteban Talaya, & Martín-Consuegra Navarro, 2008).

Se considera que existe una menor capacidad de los niños para identificar la publicidad digital como una forma activa de mercadotecnia a diferencia de medios como la televisión, por lo que las empresas aprovechan para generar configuraciones publicitarias interactivas, recibiendo así mismo gran cantidad de datos generados por los mismos consumidores, utilizándolos a la postre para diseñar mensajes más efectivos y maximizar sus utilidades. En este sentido el uso de las redes sociales como medio de publicidad y promoción de productos o servicios se ha incrementado exponencialmente llegando a 10 mil millones en 2013, lo cual logra que empresas como Coca Cola, que ofrece bebidas gasificadas sin valor nutricional llegue a contar con 32 millones de fans en su página web (Calvillo, García, & Cabada, 2014).

Debido a esto, la presencia de la publicidad engañosa a través de internet es un tema que merece ser analizado con mayor profundidad debido a la característica de la interactividad presente en el medio, muy diferente al alcance e influencia de otros tipos de medios tradicionales. Blázquez et al (2008), indica que la principal característica de los mensajes publicitarios en internet es justamente esta posibilidad de controlar la información aprovechando la actitud activa del consumidor que puede en todo momento responder al anunciante e incluso apoyar en la difusión de un mensaje publicitario a través de la interacción con otros usuarios.

No solo la posibilidad de interacción de la publicidad en internet la hace más compleja para abordar el tema de la publicidad engañosa, sino que la ventaja que tienen los anunciantes sobre los usuarios se magnifica, ya que los mensajes generados por las empresas promotoras buscan generar contenidos atractivos para los consumidores los cuales se convierten también en medios de promoción una vez que los retransmiten a través de sus redes sociales personales. En este sentido, un usuario de internet se convierte consciente o inconscientemente en un promotor de una marca y llega a contribuir, en ocasiones, a transmitir contenidos con características que de acuerdo a la ley podrían ser considerados como publicidad engañosa.

1.3. Presencia de la Responsabilidad Social Empresarial en internet

En el caso de las empresas lácteas mexicanas, una de las principales acciones para contrarrestar la percepción negativa que las diversas sociedades tienen de las mismas como entes enfocados meramente en la explotación y el lucro, es la generación de proyectos y actuaciones vinculados a la Responsabilidad Social Empresarial o la Responsabilidad Social Corporativa.

De manera práctica, se puede entender la Responsabilidad Social Empresarial como el

conjunto de actitudes y principios que una empresa adopta de forma voluntaria en la ejecución de sus negocios a través de la incorporación de intereses, preocupaciones y expectativas que sus variados grupos de interés (stakeholders) manifiestan, dentro de su modelo particular de gestión, con una visión de largo plazo. Las empresas socialmente responsables “buscan el punto óptimo en cada momento entre la rentabilidad económica, la mejora del bienestar social de la comunidad y la preservación del medio ambiente” (Fernández García, 2009).

De acuerdo a Fernández García (2009), se entiende que la Responsabilidad Social Corporativa amplía el ámbito de acción empresarial al incluir a las organizaciones e instituciones gubernamentales o de la economía social que tengan intereses en mostrar públicamente la forma en la que desempeñan su trabajo adecuándose a los parámetros anteriormente mencionados, incluyendo en ambos casos el cumplimiento de cinco áreas esenciales de compromiso empresarial o corporativo: los valores y principios éticos; las condiciones de trabajo y ambiente laboral; el apoyo a la comunidad; la protección del medio ambiente y las estrategias mercadológicas responsables.

Derivado de estas áreas esenciales, se aprecia especialmente importante para este trabajo la relacionada con las estrategias mercadológicas responsables, las cuales dependerían de la aplicación por parte de las empresas lácteas mexicanas de acciones relacionadas con una promoción responsable de los productos originados por las mismas, incluyendo la integridad del producto (en el caso de los alimentos y bebidas, la integridad estaría relacionada directamente con la calidad de los ingredientes y su valor nutricional), las estrategias de venta, la conformación de precios, la organización de sus canales de distribución, la publicidad (la cual no debería de ser considerada engañosa), la promoción del producto, etc.

La incidencia del uso del internet en las estrategias de comunicación corporativa se enfoca más a menudo en los formatos de Internet 2.0 como las redes sociales y las aplicaciones móviles. Cada vez más las redes sociales generan una mayor influencia en la organización de información que las empresas y organizaciones generan a través de internet, debido a la co-creación de contenido y a la cooperación virtual de los diferentes públicos (stakeholders), anteriormente poco representados en los medios tradicionales, lo cual ha generado un carácter abierto en un entorno que podría considerarse más democrático (Alejos Góngora, 2014) pero así mismo sujeto a una mayor responsabilidad.

Aquí es donde la línea del uso de plataformas con contenidos digitales para la transmisión de acciones de Responsabilidad Social Empresarial por parte de las corporaciones y organizaciones relacionadas con el sector lácteo, puede perder el rumbo o mezclarse con las estrategias de comunicación publicitaria de las mismas ya que el uso de internet se ha vuelto tan complejo, participativo y en ocasiones descontrolado, que las empresas se han convertido en observadores de la dinámica de interacción, sin poder, en ocasiones, modificar o suspender la información derivada de ciertos públicos, como en el caso de las interacciones derivadas de las redes sociales.

De esta forma, las ventajas que representa la democratización de la publicidad a través del internet, también genera un grado de democratización de los contenidos relacionados con las empresas y las organizaciones, generando un riesgo para la transmisión de información derivada de acciones de RSE puesto que, actualmente, cualquier individuo no solo puede crear información, sino que la facilidad de interacción e interconexión entre usuarios permite que se promuevan demandas o acusaciones colectivas sobre la pertinencia o no de compromisos sociales previamente adquiridos por las empresas sujetas a regímenes de RSE.

En ese sentido, la vinculación de la publicidad engañosa con la Responsabilidad Social Empresarial se vuelve un elemento cíclico con la participación de dos actores en un circuito de

comunicación. Por un lado de las empresas y organizaciones que buscan promover sus esfuerzos en la integración de acciones o compromisos sociales, que pudieran confundir sus estrategias en el desarrollo de campañas publicitarias digitales que llegaran a incurrir en prácticas consideradas como publicidad engañosa y por el otro lado de los usuarios de internet que sin censura, reglamentos o disposiciones éticas de conducta pueden modificar contenidos y generar campañas virales que puedan dañar la reputación de una persona, empresa u organización, generando así una propaganda engañosa o negativa. “Si una empresa incumple su código de conducta o su política de RSE, y no digamos ya de la ley, puede ser fácilmente sancionada a través de boicots o publicidad negativa”(Alejos Góngora, 2014).

Alejos Góngora (2004) generó algunas recomendaciones para la comunicación de RSE de manera efectiva, entre las que se incluyen: la integración de medios de comunicación tradicionales y digitales; la autenticidad de la información de forma clara y de fácil acceso; permitir comentarios y críticas de los usuarios, respondiendo oportunamente a todos ellos; tercerizar la fuente de información por medio de testimonios y comentarios por parte de miembros de la comunidad o empleados; la actualización frecuente de la información; la involucración directa de la empresa en actividades de RSE; la posibilidad de personalización de los mensajes en base al tipo de usuario y la humildad.

En ese sentido la relación de la Responsabilidad Social Empresarial en internet y la publicidad engañosa muestra una vinculación previa, puesto que las buenas prácticas de mercadotecnia son uno de los pilares clave de los compromisos que adquieren las empresas que aplican un programa de RSE, sin mencionar que el uso de la publicidad engañosa es una clara violación a la legislación en materia de publicidad que se encuentra vigente. Sin embargo, será motivo de este estudio demostrar la relación existente entre la publicidad engañosa en internet, la presencia digital de los factores de RSE y el desempeño de las estrategias de comunicación en redes sociales elegidas por las empresas lácteas mexicanas para interactuar con los consumidores a través de la red lo que dirige a la formulación de tres preguntas principales de investigación: ¿La presencia de publicidad engañosa en internet de las empresas lácteas mexicanas está relacionada con sus estrategias de comunicación de RSE a través de internet? ¿Cuál es el desempeño de dichas empresas en sus estrategias de comunicación en redes sociales digitales? ¿Existe una correlación entre la publicidad engañosa en internet, los esfuerzos de promoción de RSE digital y las estrategias en redes sociales de la industria láctea?

2. Metodología

La pregunta de investigación se puede expresar como sigue: ¿La incorporación de contenidos de responsabilidad social empresarial en las estrategias publicitarias digitales disminuye la publicidad engañosa en internet? De lo que derivan dos hipótesis, la primera indica que es posible que los contenidos de RSE incrementen la posibilidad de contar con una mayor cantidad de consumidores satisfechos, mientras que la segunda indica que entre mayores sean los contenidos considerados como publicidad engañosa serán menores las interacciones de los consumidores.

Para llevar a cabo este trabajo se seleccionaron las 10 principales empresas de lácteos en el centro de México con el objetivo de valorar indicadores de desempeño relacionados a la estrategia de comunicación en internet existente en tres dimensiones, redes sociales, RSE y publicidad engañosa.

El estudio se plantea como un análisis cualitativo y cuantitativo con alcance descriptivo de carácter transversal (Hernández Sampieri, 2014) a través del cual se permita observar el

comportamiento de variables relacionadas con las estrategias de comunicación empleadas por las empresas lácteas en internet. El diseño del instrumento se basó en diversos trabajos y modelos para medir la Responsabilidad Social Empresarial (Giner de la Fuente & Gil Estallo, 2006) (Gallardo Vázquez & Sánchez Hernández, 2013) (De Melo Custodio & Moya, 2010) (Nieto Hipólito, Melgar Bayardo, & Coronel González, 2015) y la evaluación de la existencia de la publicidad engañosa (PROFECO, 2006) a partir de los cuales se definió una batería de 20 indicadores divididos en tres dimensiones a partir de las cuales se puede valorar el desempeño de las empresas lecheras seleccionadas en cuanto al uso de redes sociales, la presencia en internet de elementos relacionados a la RSE y el cumplimiento de la normatividad nacional para evitar que las pautas publicitarias presentadas en internet puedan ser consideradas como publicidad engañosa.

Como primera propuesta de valoración, se calificó de forma binaria la presencia o no de elementos de internet como: web corporativa, posicionamiento web, ya sea orgánico o a través de Google Adwords; presencia, publicaciones y número de seguidores en Facebook, Youtube, Twitter e Instagram. Después de la medición binaria, se realizó un registro de la cantidad de seguidores en redes sociales desplegados en cada una de las cuentas de las empresas de redes sociales de las empresas lácteas mexicanas acumulados hasta el 27 de junio de 2017, el total de publicaciones en Twitter e Instagram y el total de proyecciones del video spot publicitario con mayor registro en los canales específicos de Youtube.

Las dimensiones de Responsabilidad Social Empresarial y de uso de publicidad engañosa se llevaron a cabo mediante la aplicación de una observación binaria de la presencia en internet de cada una de las empresas lácteas en un total de 20 variables que se muestran en la Tabla 2, así como de datos relacionados a otros estudios de calidad (PROFECO, 2004).

Tabla 2. Instrumento para evaluar la presencia de elementos de RSE y publicidad engañosa en internet en las empresas lácteas mexicanas

1.-	La empresa proporciona productos de alta calidad.	S	N
2.-	Los productos cumplen con normas nacionales.	S	N
3.-	La información presentada en el empaque es completa y exacta.	S	N
4.-	Proporciona información completa y precisa de los productos en la publicidad.	S	N
5.-	Se identifica la localización de la sede principal y centros de distribución en sitio web.	S	N
6.-	Cuenta con un código ético, de valores o conductas disponibles en sitio web.	S	N
7.-	Cuenta con política ambiental en sitio web por declaración, valores o código.	S	N
8.-	Tiene campañas de consumo consciente o nutrición en sitio web.	S	N
9.-	Muestra sus normas o certificaciones en internet en su sitio web.	S	N
10.-	Atiende los aspectos que surgen de los grupos de interés en facebook.	S	N
11.-	Informa de su historia en su sitio web.	S	N
12.-	Favorece el reciclaje y reducción de residuos en su sitio web.	S	N
13.-	Se responden las sugerencias en sitio web.	S	N

14. -	Actualiza constantemente sus piezas publicitarias en youtube.	S	N
15. -	Las palabras clave guardan una relación directa con el contenido de la página web a la que dirigen en Google Adwords.	S	N
16. -	Evita el uso de testimoniales sin estar sustentadas en hechos reales y comprobables.	S	N
17. -	Evita atribuir efectos extraordinarios, propiedades curativas o sorprendentes sin estar sustentados.	S	N
18. -	Cuenta con aviso o registro de autoridad competente.	S	N
19. -	Proporciona información sobre uso, contraindicaciones o prevenciones.	S	N
20. -	Evita ofrecer resultados sin especificar variaciones entre personas o por usos distintos.	S	N

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la captura de datos se generó una ponderación para ubicar los valores máximos y mínimos sobre las sumas totales de registros de cada una de las dimensiones, obteniendo valores de rendimiento a los cuales se les otorgó una escala de 5 niveles para evaluar el desempeño general de cada empresa láctea.

En la medida en que los resultados se contabilizaron se procedió al uso del software SPSS para obtener correlaciones entre los valores de desempeño de las tres dimensiones y poder ser capaces de responder las preguntas de investigación planteadas, además de ser así, ubicar de qué forma se encuentran interrelacionados y en qué grado, con el objetivo de que en futuras investigaciones se puedan generar auditorias para la percepción de diversos públicos o stakeholders y generar estrategias tendientes a la mejora de la comunicación integral de las empresas que busquen tener presencia firme en medios de comunicación digitales.

3. Resultados

La valoración derivada de este estudio se encuentra resumida en la Tabla 3, donde se demuestran correlaciones importantes entre las estrategias de internet y los seguidores en redes sociales, así como la baja presencia de publicidad engañosa con una mayor cantidad de seguidores en redes sociales. Así mismo se observa que la mayor correlación se encuentra en la medida en que las empresas lácteas evitan generar anuncios que puedan considerarse como publicidad engañosa y las estrategias de posicionamiento web, ya que obtiene un indicador de .818, esto se debe a que mientras más confiables son los anuncios de una empresa, cuenta con diseños atractivos y se encuentran bien segmentados, el posicionamiento orgánico de la empresa en internet se incrementa, así como la interacción en redes sociales y canales de video digital.

Esta relación crucial permite confirmar la segunda hipótesis de este trabajo, pues como se observa de manera gráfica en la Figura 2 entre menor sea la presencia de publicidad engañosa mayores serán los resultados de estrategias de posicionamiento web y más adelante se mostrará incluso cómo esto determina también la cantidad de seguidores que la empresa tiene en las redes sociales, lo que demuestra una relación positiva entre el un uso responsable

de la publicidad y la cantidad de seguidores leales a la marca.

Tabla 3. Correlaciones de las variables presentes en internet.

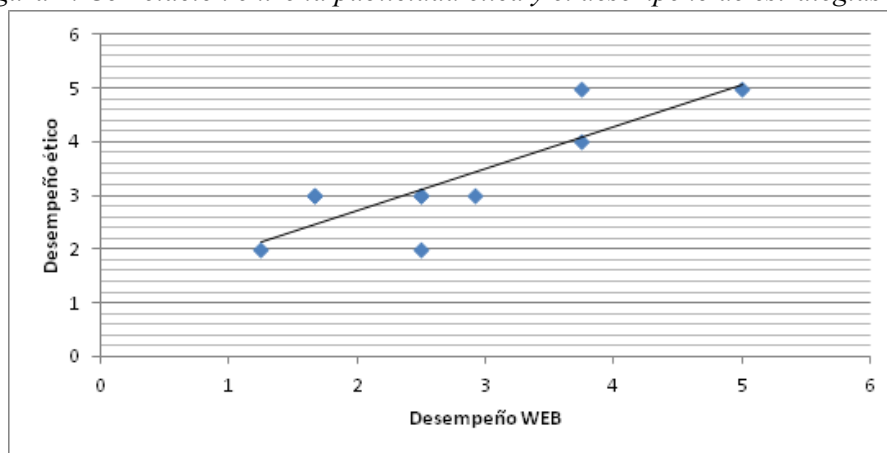
Estrategia WEB	Publicaciones WEB	Seguidores Redes Sociales	Presencia RSE en internet	NO Presencia Publicidad Engañosa en Internet
Estrategia WEB	1	.483	.779**	.685*
Publicaciones WEB	.483	1	.278	.677*
Seguidores Redes Sociales	.779**	.278	1	.746*
Presencia RSE en internet	.685*	.611	.589	1
NO Presencia Publicidad Engañosa en Internet	.818**	.677*	.746*	.721*

Fuente: Elaboración propia.

Otro resultado importante es el que se observa entre las estrategias de posicionamiento web y la cantidad de seguidores que contabiliza una empresa láctea en redes sociales. Al lograr un indicador de .779, parece indicar que a medida que la empresa establezca medidas de posicionamiento a través de Google Adwords o estableciendo anuncios pagados en otros servidores, así como impulsando el contenido y retroalimentación en redes sociales o vinculando promociones tradicionales con promociones en internet, se puede mejorar la presencia de la empresa en búsquedas orgánicas y tendencias de búsqueda de información o tendencias de comunicación, así como el incremento en el número de seguidores de información generada para los públicos de interés en redes sociales como Facebook.

No obstante que se demuestra que entre menor sea la publicidad engañosa mayor el incremento de seguidores en redes sociales, la correlación de los mismos con la presencia de contenidos RSE en internet no resulta relevante por lo que no validaría la primera hipótesis de este estudio, pues no se puede concluir que a mayor RSE mayores seguidores satisfechos.

Figura 2. Correlación entre la publicidad ética y el desempeño de estrategias web

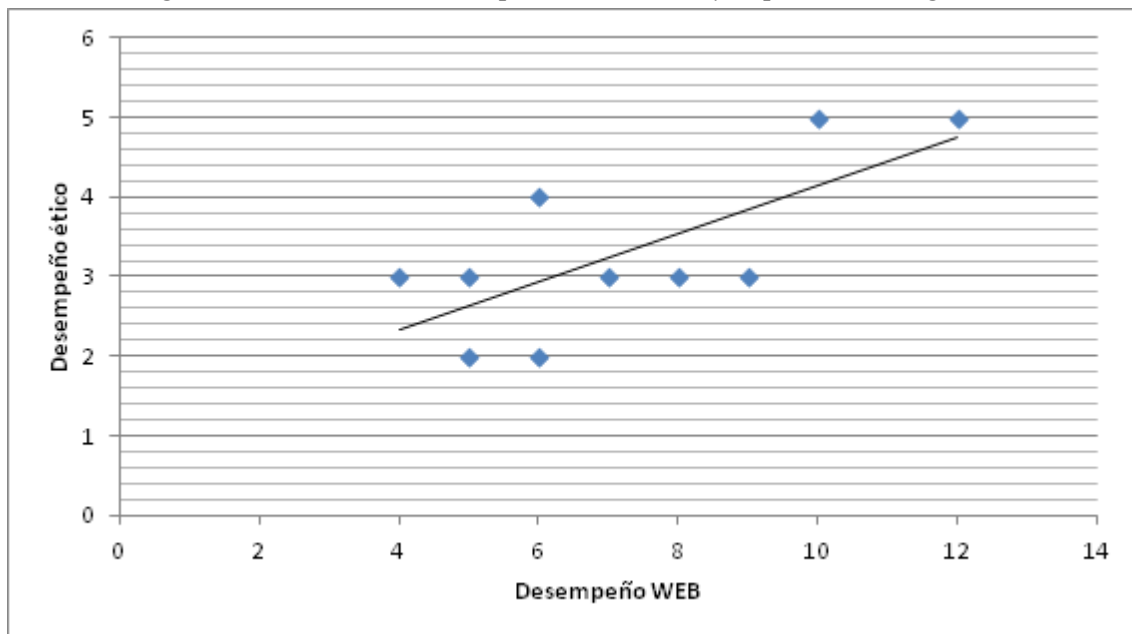


Fuente: Elaboración propia.

Una correlación de .746 se observa importante entre la publicidad engañosa y el número de seguidores en redes sociales, lo cual indica que en la medida que una empresa láctea evita generar pautas publicitarias que puedan considerarse como engañosas incrementa el número de seguidores en sus redes sociales, esto es muy importante pues a la relación del costo-beneficio de los anuncios que cumplen con la normatividad se les puede dar seguimiento instantáneamente en los segmentos de mercado que reaccionan positivamente a las publicaciones de la empresa en redes sociales.

Finalmente se encuentra una correlación importante también entre la presencia de variables de Responsabilidad Social Empresarial en internet con la baja presencia de publicidad engañosa como se muestra en la Figura 3, lo cual nos indica que en la medida en que una empresa decide generar comunicaciones integrales sujetas a los códigos y preceptos de la RSE evitará en lo posible desarrollar pautas publicitarias engañosas y de la misma forma, una empresa que tenga predisposición a generar publicidad engañosa tradicionalmente podría afectar el desempeño de sus indicadores de RSE para sus diversos públicos de interés.

Figura 3. Correlación entre la presencia de RSE y la publicidad engañosa



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo los resultados mostraron correlaciones medias entre las publicaciones de las empresas lácteas en Twitter e Instagram con la presencia positiva de indicadores de Responsabilidad Empresarial en Internet.

4. Conclusiones

Con el diseño de este instrumento se puede validar la importancia que tienen la elección correcta de estrategias de comunicación a través de internet por parte de las empresas lácteas que buscan lograr una ventaja competitiva a través de la diferenciación y el enfoque en segmentos de mercado con exigencias medioambientales y de sustentabilidad, más allá de las características de higiene y calidad de los productos.

Se observa que existe una correlación muy importante entre las estrategias promocionales en internet, la presencia de informes y comunicación relativa a la RSE así como del diseño de campañas publicitarias que se alejen del uso de persuasiones basadas en datos engañosos o tendenciosos, por lo que las empresas deberán ser cuidadosas en el cumplimiento de las normas vigentes en la Ley Federal del Consumidor en todos los medios de comunicación para los que contrate pautas publicitarias o informativas, ya que de no atender la normatividad tendría implicaciones más allá de las consecuencias legales, tales como la pérdida de seguidores, interacciones negativas en redes sociales, protestas digitales con riesgo de ser virales, pérdida de participación de mercado e incluso boicots por parte de organizaciones de consumidores.

La aplicación de este instrumento puede ser útil para generar futuras investigaciones tendientes a medir el impacto de la información generada por las empresas en las redes sociales hacia sus diversos públicos lo cual puede generar mayores datos para la comprensión de las dinámicas presentes en la legislación publicitaria o en los movimientos de autorregulación de contenidos por internet.

5. Referencias

- Alejos Góngora, C. L. (Diciembre de 2014). Responsabilidad Social Corporativa en la Era Digital: De la información a la comunicación. *Cuadernos de la Cátedra "la Caixa" de Responsabilidad Social de la Empresa y Gobierno Corporativo*. Barcelona, España: IESE Business School Universidad de Navarra.
- Asociación de Internet MX. (22 de Mayo de 2017). *Estudio sobre los Hábitos de los Usuarios de Internet en Mexico 2017*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de Asociación de Internet MX: <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/component/remository/Habitos-de-Internet/13-Estudio-sobre-los-Habitos-de-los-Usuarios-de-Internet-en-Mexico-2017/lang.es-es/?Itemid=>
- Blázquez Resino, J., Molina Collado, A., Esteban Talaya, A., & Martín-Consuegra Navarro, D. (2008). Análisis de la eficacia publicitaria en internet. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 159- 176.
- Calvillo, A., García, K., & Cabada, X. (2014). *Publicidad de alimentos y bebidas dirigida a la infancia: estrategias de la industria*. Alianza por la salud alimentaria.
- Cancino del Castillo, C., & Morales Parragué, M. (2008). *Responsabilidad Social Empresarial*. Santiago de Chile: Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile.
- Crawford, I. (1997). *Agricultural and food marketing management*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- De Melo Custodio, A. L., & Moya, R. (2010). *Indicadores Ethos de Responsabilidad Social Empresarial*. Sao Paulo: Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidad Social.
- Estados Unidos Mexicanos. (14 de febrero de 2014). Reglamento de la ley general de salud en materia de publicidad.
- Diario Oficial de la Federación*. México: Congreso de la Unión de los Estados Unidos Mexicanos.
- Estados Unidos Mexicanos. (13 de mayo de 2016). Ley Federal de Protección al Consumidor. *Diario Oficial de la Federación*. México: Congreso de la Unión de los Estados Unidos Mexicanos.
- Facebook. (2017). *Información de la Empresa*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de Facebook Newsroom Latinoamérica: <https://ltam.newsroom.fb.com/company-info/>
- Fernández García, R. (2009). *Responsabilidad Social Corporativa*. España: Editorial Club Universitario.
- Gallardo Vázquez, D., & Sánchez Hernández, M. I. (2013). Análisis de la incidencia de la Responsabilidad Social Empresarial en el éxito competitivo de las microempresas y el papel de la innovación. *Universia Business Review*, 14-31.
- Giner de la Fuente, F., & Gil Estallo, M. d. (2006). Un modelo para medir la Responsabilidad Social Corporativa en las empresas. *Partida Doble*, 36-50.
- Godoy, A. C. (2007). *Historia de la Publicidad*. España: Netbiblo.

- Hernández Ávila, M., Rivera Dommarco, J., Shamah Levy, T., Cuevas Nasu, L., Gómez Acosta, L. M., Gaona Pineda, E. B., . . . Villalpando Hernández, S. (2016). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino*. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación 6ta Edición*. Ciudad de México: McGrawHill.
- Infolatam. (25 de agosto de 2010). *México: PIB nominal suma 986.855 millones de dólares en segundotrimestre*. Recuperado el 2011 de agosto de 17, de <http://www.infolatam.com/2010/08/26/mexico-pib-nominal-suma-986-855-millones-de-dolares-en-segundo-trimestre/>
- Instagram. (2017). *Instagram*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de About Us: <https://www.instagram.com/about/us/>
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2003). *Fundamentos de Marketing*. México: Prentice Hall.
- Luna, J. (5 de abril de 2011). *Piden ganaderos a Liconsa mayor precio de compra a la leche*. Recuperado el 22 de julio de 2013, de La Prensa: <http://www.oem.com.mx/laprensa/notas/n2029414.htm>
- Nieto Hipólito, D. M., Melgar Bayardo, J., & Coronel González, N. (2015). *Cómo medir la percepción de la Responsabilidad Social Corporativa en la Industria de Dispositivos Médicos. XX Congreso Internacional de Contaduría Administración e Informática*. Ciudad de México, México: UNAM.
- Ordozgoiti De La Rica, R., Rodríguez del Pino, D., Olmos Hurtado, A., & Miranda Villalón, J. A. (2010). *Publicidad on line: las claves del éxito en Internet*. Madrid: ESIC.
- Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. (12 de diciembre de 2006). Directiva 2006/114/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. *Diario Oficial de la Unión Europea*. Unión Europea: Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea.
- Pérez, M. (26 de septiembre de 2011). *Demandan productores al gobierno incrementar un peso el litro de leche*. Recuperado el 22 de julio de 2013, de La Jornada: <http://www.jornada.unam.mx/2011/09/26/politica/016n2pol>
- PROFECO. (diciembre de 2004). *No todo lo que parece leche lo es*. Recuperado el 01 de junio de 2017, de Revista del Consumidor PROFECO: https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_04/leche_dic04.pdf
- PROFECO. (febrero de 2006). *Guía de procedimientos de publicidad engañosa*. Recuperado el 01 de junio de 2017, de Procuraduría Federal del Consumidor: https://www.profeco.gob.mx/juridico/Documentos/SSC/Normatividad_TomoIV/Publicidad%20enga%C3%B1osa.pdf
- Real Academia Española. (30 de abril de 2017). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 30 de abril de 2017, de Real Academia Española: <http://www.rae.es/>
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2006). *Fundamentos de Marketing*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Twitter. (2017). *Twitter*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de Company About: <https://about.twitter.com/company>
- USDA Foreign Agricultural Service. (2008). *Mexico Dairy and Products Annual 2008*. México City: USDA.
- Youtube. (2017). *Youtube*. Recuperado el 27 de junio de 2017, de <https://www.youtube.com/>

Robótica educativa como herramienta estratégica en la educación STEM

Laura Marcela Gaviria-Yepes

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas,
Colombia lauragaviria@itm.edu.co

Leydi Johanna Henao-Tamayo

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas,
Colombia leydihenao@itm.edu.co

Jhoany Alejandro Valencia-Arias

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas,
Colombia jhoanyvalencia@itm.edu.co

Resumen

Con el fin de responder a la demanda de profesionales en disciplinas STEM, por sus siglas en inglés (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y su inserción en el mercado laboral para contribuir con el desarrollo tecnológico de un país, surge el concepto de robótica educativa para hacer frente a los desafíos que se presentan al momento de involucrar a niños y jóvenes en las áreas mencionadas, algunos de estos desafíos, tienen que ver con el temor existente a las matemáticas y la tasa de deserción en las universidades en carreras de este tipo. El presente trabajo busca analizar actualidad y tendencias en materia de robótica educativa así como sus aplicaciones en la educación y sus implicaciones prácticas, lo cual se logra a través de una revisión de literatura y entrevistas a profundidad con expertos en el tema, lo que incluye producción científica, aplicaciones tecnológicas, análisis de mercado y finalmente termina con un análisis prospectivo de tipo morfológico en donde se concluye la importancia para un país de implementar políticas relacionadas a la educación STEM y que involucren metodologías con robótica educativa.

Palabras clave

Robótica educativa, STEM, vigilancia tecnológica, prospectiva.

1. Introducción

La robótica educativa se ha enfocado en la enseñanza de temas como historia, lenguaje, entre otras ciencias, sin embargo, en los últimos años se ha convertido en un campo que pretende acercar al mundo de la ciencia y la tecnología a los jóvenes, en especial para que su formación vocacional sea hacia áreas relacionadas con estas temáticas. El rigor y la complejidad de este enfoque varían desde programas para una educación infantil a programas de posgrado. La robótica también se utiliza para facilitar la enseñanza y la instrucción y así hacer que el aprendizaje sea divertido, generando así interés en los estudiantes de STEM (Murcia Londoño & Henao López, 2015).

El enfoque educativo STEM, por sus siglas en inglés (Science, Technology, Engineering and Mathematics) surge en Estados Unidos en el año 2009 ante el reconocimiento de la National Science Foundation (NSF), debido a la urgente necesidad del mercado de vincular a profesionales científicos, ingenieros y técnicos que generarán productos innovadores y la

realidad que enfrentaba el mercado ante el declive de este tipo de profesionales (Hernández Zapata, 2016).

A nivel mundial se ha reducido significativamente en número de estudiantes y profesores en competencias STEM, esto se presenta sobre todo en países de Europa, Asia y América. Lo anterior, debe ser considerado puesto que las carreras enmarcadas dentro de este modelo educativo, son catalogadas como el motor de la innovación. Se trae a colación el ejemplo de Estados Unidos en donde solo el 16 % de sus estudiantes han decidido ser profesionales afines a estas áreas y para el año 2014 este país fue el líder global en materia de innovación (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual – OMPI, 2017).

Debido a la importancia de las profesiones STEM y su relación con la productividad y competitividad de un país, los gobiernos a través de las diferentes organizaciones relacionadas con educación y desarrollo económico, han realizado esfuerzos significativos con el fin de incluir este enfoque educativo para incentivar y motivar a los jóvenes a que se interesen en estas áreas. Entre estos países, destacan Estados Unidos, Israel, Inglaterra, Holanda, Francia, Escocia y Australia (Quiceno Arias, 2017).

Por otro lado, la robótica como expresión tecnológica ha permeado en la vida de las personas impactándola en diversos contextos, pues ha proveído soluciones para la industria, pero también en otras actividades que se involucran en el día a día del ser humano. Desarrollos en temas como el estudio del mundo marino, la exploración espacial, vuelos no tripulados, el desarrollo de humanoides, creación robots que emulan características de mascotas, teleoperación (cirugías con robots controlados por cirujanos de manera remota), desarrollo de prótesis, así como robots que desarrollan actividades domésticas. Es importante entonces una educación para los jóvenes en el conocimiento, uso, análisis, adaptación, diseño y construcción de robots, pero también se hace una reflexión sobre las ventajas y las desventajas del uso y adaptación de las mismas en el contexto social. (López Ramírez y Andrade Sosa, 2013).

Esta educación entonces reúne conocimientos que van desde la mecánica, sensoria, automatización, comprensión de sistemas dinámicos y de control, inteligencia artificial, telecomunicaciones e informática, pues la robótica es una rama multidisciplinar (Maxwell & Meeden, 2000). El aprendizaje de estas temáticas se puede abordar de dos maneras diferentes: la primera hacer referencia a la Conceptualización y la otra desde el Diseño y Construcción. Ambos hacen uso tanto de ayudas en software y simulación aplicando estrategias que promuevan la motivación por el aprendizaje en los estudiantes (López Ramírez y Andrade Sosa, 2013).

Apoyándose en la Conceptualización se han desarrollado plataformas de software en las que se difunde el conocimiento sobre diseño y control de sistemas, desarrollo de manipuladores robóticos, utilización de sensores y fundamentos de programación. Plataformas como *Lego Mindstorms* son ampliamente usadas en educación. Por ejemplo, la Universidad de Lund en Suecia ofrece cursos en los que los estudiantes usan herramientas Lego para el aprendizaje de estos conceptos de robótica (Cantos Castillo, 2015). Otro proyecto relacionado incluye el desarrollo de un ambiente de aprendizaje tangible en 3D para la enseñanza de historia y geografía de manera mucho más interactiva (Gil Vásquez, Jara, Puente Méndez, Candelas Herías y Torres Medina, 2012).

Entre 1999 y 2004 se desarrolló en Silicon Valley, en la Universidad de Santa Clara, proyectos de desarrollo de robots con participantes de diferentes niveles educativos y de distintas disciplinas, lo que enfoca tanto el diseño y construcción desde un punto de vista multidisciplinario (Kitts & Quinn, 2004). Entre otros ejemplos de diseño y construcción para el aprendizaje de la robótica se puede mencionar: el desarrollo de un robot pez, capaz de trabajar

en aguas hostiles para control medio ambiental (Xiaobo, 2006), *Insect Telepresence*, un robot insecto diseñado para el Museo Carnegie de Historia Natural, que permite a los visitantes ingresar a un tour virtual por el mundo de los insectos (Nourbakhsh, 2002) y la experiencia en el desarrollo de robots capaces de tener interacciones con personas en entornos reales, estos ejemplos reflejan la aplicación y aprendizaje de los conceptos de robótica y que dan herramientas metodológicas a los estudiantes para el desarrollo de este tipo de proyectos.

De acuerdo a lo anterior, se realiza un análisis de vigilancia tecnológica y prospectiva (análisis morfológico) con el fin de estudiar este fenómeno desde sus tendencias, actualidad y proyecciones a futuro para así sentar bases teóricas y que permitan el avance de la investigación en los temas de interés que son la robótica educativa y la educación STEM. En ese sentido, el presente artículo se divide en tres partes, la primera parte, muestra la introducción y algunos conceptos claves para el entendimiento del tema; la segunda parte, describe la metodología utilizada y finalmente, se exponen los resultados obtenidos y las conclusiones generadas a partir de los objetivos planteados.

2. Metodología

Los análisis de vigilancia tecnológica son fundamentales para identificar los avances de los patrones de colaboración entre instituciones e investigadores y tendencias de investigación, además de identificar los líderes en materia de publicaciones científicas y aplicaciones tecnológicas (Aguirre Ramírez, Cataño Rojas y Rojas López, 2013). A su vez, la prospectiva, en especial el análisis morfológico, permite generar una serie de escenarios para anticipar riesgos y tener una visión futurista de un tema específico Rivera Rodríguez y Malaver Rojas, 2006).

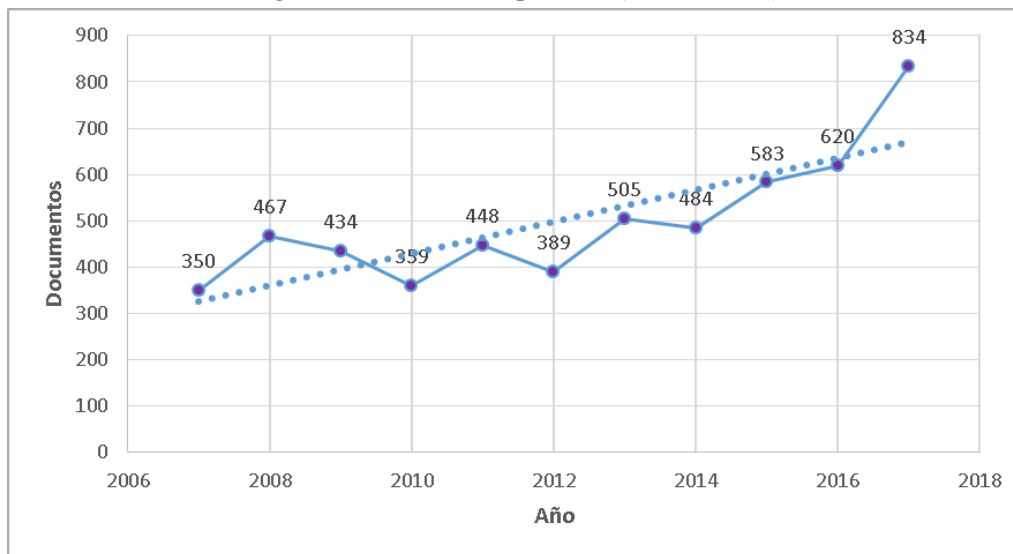
En ese sentido, para lograr los objetivos planteados en este trabajo, se desarrollará una metodología de tipo descriptivo, ya que se realizará una recolección de información sobre conceptos y variables, no se pretende buscar una correlación entre estas, (Hernandez Sampieri, 2017). También se habla de carácter exploratorio, debido a la recolección de datos en fuentes primarias que se realizará en una de las fases de la investigación con entrevistas a profundidad a expertos en el tema; según el periodo o prolongación de tiempo, será de carácter transversal simple, porque se caracterizará la situación de tiempo en un periodo en específico, para este caso, en el momento de la recolección de los datos y su enfoque es cualitativo, porque se guía bajo temas y áreas significativas de investigación y el modo de recolección de datos no es de carácter numérico, lo cual permite realizar interpretaciones más abiertas de los datos obtenidos. El presente trabajo se desarrolló en dos fases, en la primera, se realizó un estudio de vigilancia tecnológica, en donde se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con tendencias en investigación, desarrollo tecnológico y mercado, así como la identificación de factores relevantes de la tecnología, para esto se tomaron y usaron palabras clave tales como *robotic, education, stem, educational robotic* y *learning*; la segunda fase, se abordó un estudio de prospectiva en donde se analizaron una serie de componentes y alternativas con el fin de proyectar unos escenarios a futuro que permitieran tener claridad sobre el tema. Las fuentes de información utilizadas para la realización de las fases son bases de datos especializadas en materia académica y de patentes, fuentes comerciales y gubernamentales y expertos en el tema.

3. Resultados

Fase 1: Vigilancia tecnológica

A partir del análisis en las tendencias en investigación, se arrojan 7514 documentos, entre los años 2007 y 2017, donde se puede evidenciar el avance en la ciencia y sus momentos más relevantes, es importante resaltar lo concerniente a esta con el fin de analizar la cantidad de publicaciones por año y cuáles son las instituciones líderes en publicación. Lo anterior permite identificar instituciones para posibles alianzas y colaboraciones en materia comercial e investigativa.

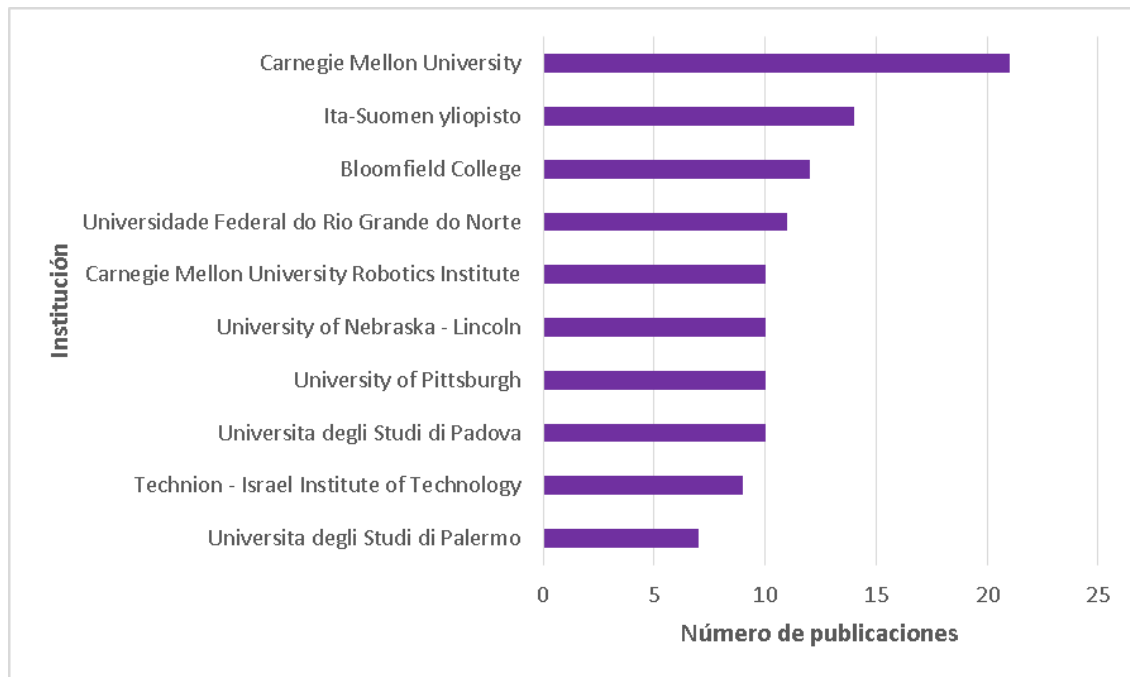
Figura 1. Documentos por año (2007 – 2017)



Fuente: elaboración propia a partir de (Scopus, 2018).

En la anterior gráfica se puede evidenciar el avance de la ciencia en materia de robótica educativa, este en función del número de publicaciones científicas indexadas en la base de datos Scopus®, la tendencia muestra el número de publicaciones de los últimos 10 años y se pueden observar algunos picos y descensos, lo cual puede ser explicado por la disponibilidad de la tecnología con la cual la robótica educativa trabaja, también porque este tema, es relativamente nuevo y puede presentar interés en determinados periodos de tiempo. Sin embargo, la línea de tendencia muestra que en general, las publicaciones van hacia el alza y seguirán incrementándose año por año, en especial, debido al interés de los gobiernos por incorporar profesionales en áreas enmarcadas dentro de la disciplina STEM, el avance significativo de la inteligencia artificial y el lanzamiento continuo al mercado de elementos didácticos que apoyan las actividades formativas y se incorporan con los desarrollos presentados por el área de la robótica.

Figura 2. Instituciones que más publican (2007 – 2017)

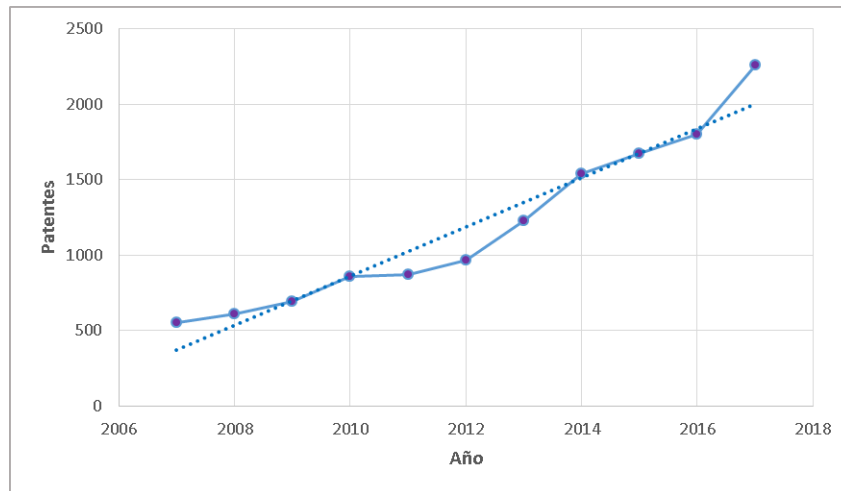


Fuente: elaboración propia a partir de (Scopus, 2018).

Se pueden encontrar a manera de top 10, las instituciones líderes en investigaciones en el tema de robótica educativa, destaca en primer lugar el Carnegie Mellon University, con 21 publicaciones, esta es una universidad de los Estados Unidos destacada en la investigación de las ciencias de la computación y la robótica (CMU, 2018), investigan en áreas como educación en ingeniería, diseños de planes de estudio enfocados a la incorporación de la robótica educativa, robots móviles e interacción de humana con los robots y las computadoras. En segundo lugar en número de publicaciones con un total de 14, Itä-Suomen yliopiston, universidad ubicada en Finlandia Oriental, esta institución fue recientemente fundada, comenzó a funcionar en el año 2010 y es una de las más grandes de su país (UEF, 2018) el estar en el top de universidades podría explicarse por el ranking que tiene Finlandia a nivel mundial en materia de educación y la investigación en estos temas, como una forma de mejorar las políticas enfocadas a la enseñanza, trabaja en Instrucción asistida por computadora, la enseñanza con herramientas como la robótica, la minería de datos, los sistemas y procesos de aprendizaje, entre otros. Dentro del grupo top en publicaciones, destaca la Universidade Federal do Rio Grande do Norte con 11 publicaciones, como una universidad latinoamericana y que demuestra los esfuerzos de una región para investigar en temas relevantes para la enseñanza. En general, la mayoría de instituciones pertenecen a Estados Unidos, el cual es el líder en esta temática.

Las tendencias en desarrollo tecnológico permiten evidenciar el avance de la técnica en un tema en específico, para el caso específico de este estudio, la robótica educativa, esto permite conocer la evolución, ascenso y decline de tecnologías asociadas a este tema y los líderes en desarrollo tecnológico. A continuación, se muestra la evolución de las patentes por año y los propietarios de las mismas.

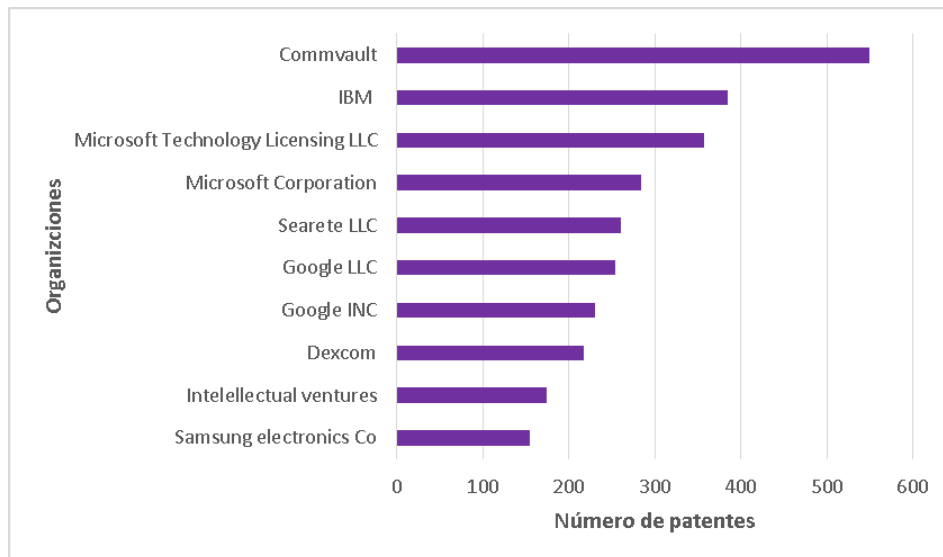
Figura 3. Patentes por año (2007 – 2017)



Fuente: elaboración propia a partir de (Lens, 2018).

Según la gráfica anterior se puede evidenciar que en general, existe un ascenso en las patentes asociadas al tema de la robótica educativa, en el año 2012 tuvo un bajón, lo que puede contrastarse también con la gráfica de las publicaciones científicas, la cual en ese año también tuvo una caída, esto se debe a que en ese año la robótica educativa se estaba viendo opacada por el surgimiento de tecnologías relacionadas con la realidad virtual y la consolidación del vídeo como medio de comunicación, sin embargo, luego de este año, el tema volvió al ascenso y promete seguir así en futuro debido a la inclinación de la línea de tendencia que muestra un ascenso sostenido a través del tiempo.

Figura 4. Patentes por año (2007 – 2017)



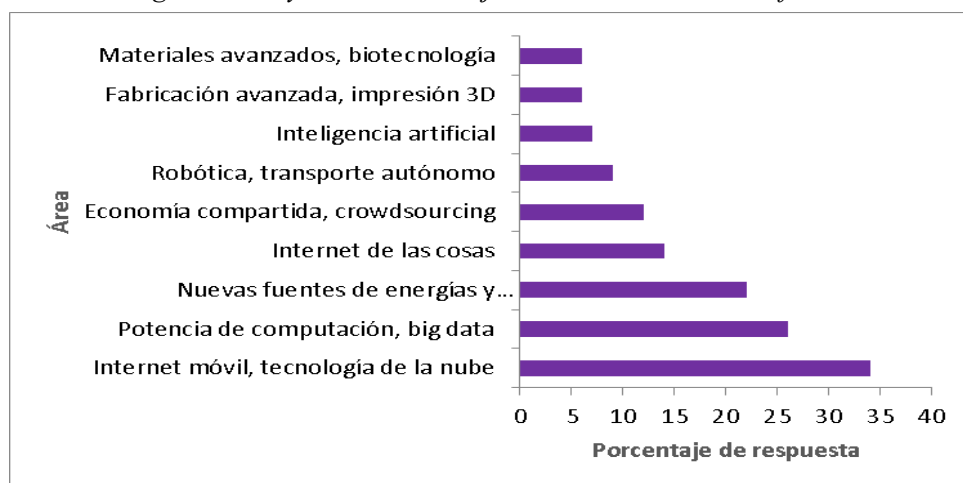
Fuente: elaboración propia a partir de (Lens, 2018).

Según la información que muestra la Figura 4, se tiene que la empresa u organización con el mayor número de patentes es Commvault, esta se dedica a la protección de datos y gestión de software, esto puede deberse a que la robótica educativa es un tema en ascenso y gran

mercado que además involucra tecnologías de hardware y software, por lo cual puede ser un negocio rentable para este tipo de compañías. En el segundo lugar se encuentra IBM, empresa líder de computación con una larga trayectoria en el mercado y la empresa desde hace algunos años se encuentra también en el negocio STEM involucrando a niños y jóvenes e incursionando en el mundo de la ciencia y la tecnología, esta compañía además, implementa un programa en el país de India, donde pretende fortalecer las capacidades en STEM en aproximadamente un millón de mujeres con el fin de suplir la demanda en el futuro de mano de obra calificada (Business Insider, 2019). El tercer lugar se encuentra ocupado por una empresa perteneciente a Microsoft la cual se encarga de comprar patentes y mejorarlas para cotizarlas en el mercado por un valor superior, para este caso, estas patentes pueden ser útiles en Microsoft por su actividad económica y porque es una empresa que se caracteriza por adelantarse en las tendencias tecnológicas. El resto de empresas involucradas en el tema de patentes en robótica educativa, se encuentran relacionadas dentro de este tema, sin embargo, Dexcom, es una empresa que se encarga de fabricar y distribuir aparatos para el monitoreo de la glucosa, podría pensarse que en un futuro quieren incursionar en la robótica educativa o al ser su mercado las instituciones de salud y por tanto, personas diabéticas, podrían enfocarse en realizar campañas educativas a través de la robótica para la prevención y el cuidado de la diabetes.

Teniendo en cuenta que la robótica educativa surge principalmente para insertar personas en el estudio y mercado laboral de disciplinas STEM, según la revista Forbes “para el año 2030 el 80% de los empleos que actualmente son de mayor demanda desaparecerán y serán reemplazados por carreras STEM” (2017). Según lo anterior, existe y existirá una alta demanda en este tipo de formación y habilidades, sobre todo si se tiene en cuenta que hoy en día las vocaciones de las personas se enfocan más en las ciencias humanas y naturales (Avendaño Rodríguez y Magaña Medina, 2018). A continuación, en la Figura 5, se pueden visualizar los resultados de un estudio realizado por el World Economic Forum acerca de los trabajos y las profesiones del futuro, en este estudio se tuvieron en cuenta cifras del departamento de comercio estadounidense y se evidencia que la mayoría de áreas en las que se va a necesitar personal en el futuro, pertenece a la llamada Industria 4.0.

Figura 5. Proyección de trabajos de industria 4.0 en el futuro



Fuente: elaboración propia a partir de (WEF, 2016)

Lo anterior demuestra la importancia que tiene la formación de niños y jóvenes en estas

temáticas y el creciente mercado para las organizaciones tanto privadas como públicas y las oportunidades que de allí se pueden obtener (Ospennikova, Ershov, & Iljin, 2015). Desafortunadamente, son muy pocos los países que le apuestan a la educación de estas temáticas y en general, la formación en robótica educativa y por lo tanto en STEM corre por cuenta de empresas de carácter privado en donde son las personas interesadas (padres de familia normalmente) quienes se acercan a recibir estos servicios, es decir, en las escuelas y colegios no existe una fuerte formación o políticas encaminadas a que los niños y jóvenes tengan formación en la temática. En la actualidad, la robótica educativa es enseñada a partir de hardware y software normalmente de carácter libre, además de algunos juguetes que pueden componer y descomponerse fácilmente para facilitar el aprendizaje y la creatividad de quienes los usan (Hernández Londoño, 2016). A continuación, algunos de los elementos más utilizados en la robótica educativa son:

- Arduino: Es una plataforma de hardware y software libre que es flexible y fácil de usar sobre todo para crear objetos interactivos que puedan ser usados en la enseñanza de temas como la programación que se enfocan hacia la robótica educativa. Con esta plataforma se pueden crear mbots y programarlos para que reciban diferentes órdenes (Enríquez Herrador, 2009).
- M bots: Son pequeños robots los cuales se programan con arduinos y sirven de enseñanza para la robótica educativa, enfocados específicamente para que niños y jóvenes aprendan conceptos de programación (Domínguez, Lázaro, Suarez, & Martínez, 2018). A continuación, una representación gráfica.
- Gafas de realidad virtual y aumentada: Son dispositivos que crean realidades en las cuales las personas tienen experiencias vivenciales acerca de determinado tema, en este caso, robótica educativa (Juca, 2018).

Se prevé que, en el futuro, habrá una alta demanda en mano de obra para disciplinas enfocadas en STEM, es por esto que en la actualidad muchos esfuerzos se enfocan en atraer niños y jóvenes hacia estas disciplinas, uno de ellos es el enfoque educativo denominado “aulas inversas” en donde los estudiantes realizan sus tareas en la casa y en el aula aprenden, pero ¿qué tiene que ver esto con STEM? En las casas, los estudiantes aprenderán por medio de dispositivos robóticos tales como gafas especializadas en realidad virtual y en la escuela, muy probablemente habrá un tutor robot que sirva para despejar dudas sobre el aprendizaje (Oppenheimer, 2018).

Fase 2: Análisis prospectivo (método morfológico)

Para el desarrollo de esta fase, se tomaron insumos recolectados en la vigilancia tecnológica y se realizaron entrevistas a profundidad a cuatro expertos temáticos en STEM y robótica educativa de la ciudad de Medellín. Los temas a tratar fueron los enmarcados en el análisis PESTEL (políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales) el cual es una herramienta simple que se encarga de estudiar factores externos de un negocio concreto y agrega mucho valor debido al volumen de información que ofrece (Johnson, 2010).

A continuación se muestra la matriz creada con los elementos mencionados anteriormente y con aplicación del método prospectivo denominado “análisis morfológico” que permite crear escenarios a través de una matriz que engloba todas las posibles combinaciones teóricamente concebibles de los enfoques y configuraciones en un tema en específico, para el caso de este estudio, el análisis PESTEL (Ortiz, Pedroza, & Martinez, 2013).

Tabla 1. Matriz morfológica

		Hipótesis para la robótica educativa					
Tema	Subtema	Año de previsión	2020	2022	2025		
Político	Porcentaje de PIB destinado a educación		6%	6.5%	7%	7.1%	7.5%
	Percepción de los políticos en relación a educación STEM		Negativas: la formación en STEM no es importante para el desarrollo del país	EL STEM hace parte de la formación que impulsará el desarrollo del país	Formar a niños y jóvenes en STEM es imprescindible en el país		
Económico	Costo de educación STEM (en miles de millones de pesos)		50.3	60.7	58.5	50.8	
	Beneficio en formación STEM (en miles de millones de pesos)		10.5	20.6	25.3	30.2	31.4
Social	Miedo de niños y jóvenes a las matemáticas		Alto: niños y jóvenes no quieren estudiar carreras por matemáticas porque es muy difícil	Alto: Las matemáticas son difíciles pero pueden ser divertidas	Medio: Las matemáticas son divertidas e interesantes	Bajo: Los científicos son importantes para el mundo	
	Estigmatización de carreras artísticas y culturales		Alto: Las carreras diferentes a las STEM sobretodo las de cultura no aportan al desarrollo del país, por ende, es mejor no invertir en ello	Alto: Se debe enfocar la formación más a disciplinas STEM pero no se deben dejar atrás otras formaciones que pueden ser importantes	Alto - medio: Es importante enfocar a los jóvenes en sus vocaciones y que ellos decidan qué es lo que más les gusta para su formación profesional	Medio: Las artes son importantes para impulsar al país en desarrollo de competencias culturales	Medio: Se deben crear políticas enfocadas a que los jóvenes se enfoquen en las artes y la cultura
Tecnológico	Modalidad de aprendizaje		Aulas invertidas	Virtual 90%	Semipresencial	Mixto	
	Porcentaje de disponibilidad de tecnologías asociadas a la enseñanza STEM con robótica educativa		10%	15.3	20.5%	30.6%	47.7% 55%
Ecológico	Impacto generado por el uso de papeles, tintas, robots, tarjetas de programación y elementos implicados en la robótica educativa		Enseñar con robots y otros elementos, contamina mucho porque la mayoría se deben desechar después de su primer uso	Se han creado elementos reciclables que tengan varios usos	Gracias a la investigación y desarrollo, se han elaborado elementos biodegradables que permiten ser utilizados varias veces y al mismo tiempo, contribuyen al cuidado del medio ambiente	En el futuro, la educación en robótica estará enfocada en entornos netamente virtuales que generen un mínimo porcentaje de residuos	
	Porcentaje de reducción de huella ambiental derivado de la enseñanza en STEM		2%	5%	6%	10%	15%
Legal	Porcentaje de leyes y decretos (con respecto a la educación) aprobados y que destinen recursos para la formación futura de niños y jóvenes en vocaciones STEM		5%	6%	10%	14%	17%

Fuente: elaboración propia a partir de datos recolectados en vigilancia tecnológica y entrevistas a expertos.

Las fuentes de información para la realización de la anterior matriz, fueron los conocimientos y percepciones de los expertos analizados. De acuerdo a lo anterior, se generaron unos escenarios enfocados hacia el año 2025 de los cuales surgieron tres posibilidades, pesimista, neutro y optimista.

Oscurantismo del siglo XXI: Después de mucho debatir en el senado, algunos colectivos abogaban por la generación de políticas enfocadas a educación STEM que incluyera la robótica como medio de enseñanza y sus beneficios futuros, sin embargo, como el proceso de paz fracasó y surgieron muchas disidencias más las bandas ya existentes, al gobierno no le quedó más remedio que reducir significativamente el presupuesto para educación, cultura y salud, ya no interesan los profesionales en cualquier área sino personas que se formen para la guerra y que sepan combatir, la guerra se ha recrudecido aún más, los políticos son corruptos e ignorantes en el tema y la educación se pierde de todo radar.

Desarrollo e innovación con el precio de “mentes cuadradas, corazones fríos”: Debido a la experiencia mundial en educación STEM y sus beneficios comprobados, además de la confianza inversionista que atrajo el postacuerdo, se generaron más recursos, se propone entonces, aumentar gradualmente la inversión en educación con el fin de educar a niños y jóvenes. Con el tiempo existe buena aceptación y todo marcha bien, sin embargo, las artes y la cultura son relegadas como estudios y profesiones sin importancia y se estigmatizan, por lo cual su presupuesto se reduce considerablemente y se genera frustración en cierto sector de la población, la producción artística y cultural se reduce significativamente, mientras que las ingenierías van en ascenso.

Por un país más próspero y con libre elección de vocación: El país atraviesa por un momento bueno de la economía, no necesariamente es una bonanza, pero los políticos han sentado cabeza sobre la corrupción y la han combatido acérrimamente, el presupuesto para la

educación sube de manera constante y se entiende la importancia del desarrollo tecnológico para el país, se impulsa la educación desde todos los frentes: STEM y otras profesiones, niños y jóvenes son orientados de manera vocacional y su formación se enfoca en los resultados obtenidos. La investigación en educación crea nuevos métodos de enseñanza que permiten optimizar recursos y el impacto ambiental se reduce considerablemente. Existe satisfacción, agradecimiento y felicidad en la sociedad, el país atraviesa por su mejor momento en décadas.

A partir de la creación de los escenarios, se tiene que estos según su orden son:

- a) Para nada deseable.
- b) Probable.
- c) Muy deseable.

4. Discusión

Según el estudio del *World Economic Forum*, las STEM o las carreras pertenecientes a los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas son las que menos tasa de inmovilidad han registrado en los últimos años. Según un informe elaborado por Randstad Research, en cinco años se crearán 1.250.000 puestos y 390.000 empresas u organizaciones buscarán a personas formadas en carreras pertenecientes a las áreas de la tecnología y las ciencias de la salud. En concreto los perfiles de ingeniero y profesional del Big Data serán los más demandados. El estudio también recoge los datos de los estudiantes matriculados en carreras STEM y las cifras no son muy positivas, ya que cada vez son menos los estudiantes que se matriculan en dichas carreras, lo que supone que cierto sector de demanda no se verá cubierto en un futuro cercano, según sus necesidades (Jiménez, 2018).

Una de las inquietudes que generan los resultados obtenidos en el presente estudio es, cómo generar las habilidades y e impartir el conocimiento necesario para que los futuros profesionales puedan enfrentar los nuevos desafíos que trae la implementación de la industria 4.0 y el constante crecimiento y demanda de las carreras STEM, tanto en países en vía de desarrollo y en los desarrollados.

Otro de los retos que generan las disciplinas como la robótica educativa y las carreras STEM, es como desde estas áreas se apoyan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad (PNUD, 2019). Algunos de los objetivos ODS que puede apoyar este campo son: el objetivo #3 salud y bienestar y objetivo #4 educación y calidad.

En el campo de la salud y bienestar la robótica educativa y las carreras STEM apoyará a este objetivo y sus metas en temas como: análisis de datos para encontrar posibles causas de enfermedades y controlar epidemias, rapidez en los servicios médicos apoyados por tecnologías, educación con mayor calidad en temas de salud, utilizando herramientas robóticas y uso de conocimiento especializado para la prevención y tratamiento de enfermedades.

En el área de educación y calidad, aunque según los ODS en temas de educación en los últimos años se han bajado las tasas de deserción y se han aumentado las matrículas en educación primaria, todavía existen en algunos países conflictos armados que impiden a algunas poblaciones en acceso a la educación. “El objetivo de lograr una educación inclusiva y de calidad para todos se basa en la firme convicción de que la educación es uno de los motores más poderosos y probados para garantizar el desarrollo sostenible. Con este fin, el objetivo busca asegurar que todas las niñas y niños completen su educación primaria y secundaria

gratuita para 2030. También aspira a proporcionar acceso igualitario a formación técnica asequible y eliminar las disparidades de género e ingresos, además de lograr el acceso universal a educación superior de calidad” (PNUD, 2019). La robótica educativa y las carreras STEM, podrían apoyar a cumplir con la meta del ODS 3, ayudando con la implementación de metodología lúdicas de enseñanza y el uso de tecnologías amigables para la educación, a que los niños y adolescentes que puedan acceder a una educación de mayor calidad y con mayores herramientas, que faciliten el aprendizaje.

5. Conclusiones

Si bien los análisis de vigilancia tecnológica y prospectiva son una herramienta importante para la reducción de la incertidumbre y el éxito futuro, se debe tener en cuenta que la confiabilidad de estos no está dada en un 100% además de los costos que generan los errores, por esto, los análisis deben realizarse periódicamente con el fin de tener mayores perspectivas, identificar tendencias actuales, líderes en investigación y desarrollo tecnológico.

La robótica educativa se enfoca en todas las áreas de la educación, sin embargo, debido a la acogida que ha tenido en disciplinas STEM, esta tiende a que cada vez se realicen esfuerzos solo para estas áreas que son importantes debido a la poca oferta que habrá en el futuro en cuanto a mano de obra profesional.

La robótica educativa y en especial la enseñanza enfocada a STEM son fundamentales en las políticas públicas de países en vía de desarrollo, con el fin que para en el futuro cercano, exista una oferta educativa adecuada y se puedan generar desde la enseñanza habilidades que puedan propender e incentivar la innovación y el desarrollo tecnológico de un país, esto sin dejar atrás otras disciplinas que también son relevantes y afines y complementarias al área, como la inteligencia artificial, la realidad virtual, los procesos industriales inteligentes, entre otras.

6. Referencias

- Aguirre Ramírez, J. J., Cataño Rojas, J. G. y Rojas López, M. D. (2013). Análisis prospectivo de oportunidades de negocios basados en vigilancia tecnológica. *Puente Revista Científica*, 7(1), 29–39. <http://dx.doi.org/10.18566/puente.v7n1.a03>
- Avendaño Rodríguez, K. C. y Magaña Medina, D. E. (2018). Elección de carreras universitarias en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): revisión de la literatura. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 40(2), 154-173. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/4575/Resumenes/Resumen_457556293008_1.pdf
- Business Insider. (2019). *IBM's AI platform Watson to mentor over a million Indian women for 'new collar' Jobs*. Recuperado de <https://www.businessinsider.in/ibm-watson-to-mentor-indian-women-in-emerging-tech/articleshow/68385820.cms>
- Cantos Castillo, R. I. (2015). *Propuesta Metodológica Basada en Herramientas Informáticas para el Aprendizaje de la Robótica Educativa y Pedagógica en el Sexto Semestre de la Escuela de Ingeniería Mecánica ESPOCH*. (Tesis de pregrado). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4513>
- CMU. (2018). Homepage - CMU - Carnegie Mellon University. Recuperado de <https://www.cmu.edu/>
- Domínguez, Y., Lázaro, J. de, Suarez, J., & Martínez, P. (2018). Experiencias sobre robótica educativa y programación con *mbot*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/325479069_EXPERIENCIAS_SOBRE_ROBOTICA_EDUCATIVA_Y_PROGRAMACION_CON_MBOT
- Enríquez Herrador, R. (2009). Guía de Usuario de Arduino. Recuperado de

- http://www.uco.es/aulassoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf
- Forbes. (2017). Esta es la clave para impulsar carreras STEM • Forbes México. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/esta-es-la-clave-para-impulsar-carreras-stem/>
- Gil Vásquez, P., Jara, C. A., Puente Méndez, S. T., Candelas Herías, F. A. y Torres Medina, F. (2012). Recursos y herramientas didácticas para el aprendizaje de la robótica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 18-47. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390003.pdf>
- Hernández Londoño, D. A. (2016). *Interfaz de programación visual como herramienta educativa para el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología por parte de niños, jóvenes y educadores*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/2689>
- Hernandez Sampieri, R. (2017). Metodología De La Investigación. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.03.027>
- Hernández Zapata, L. B. (2016). *Determinantes de elección de carreras STEM de los estudiantes de educación pública del municipio de Dosquebradas*. (Tesis de maestría). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10784/11662>
- Jiménez, C. (2018). ¿Cuáles son las carreras con más futuro laboral? | Foro Económico Mundial. Recuperado de: <https://es.weforum.org/agenda/2018/01/cuales-son-las-carreras-con-mas-futuro-laboral>
- Johnson, G. (2010). *Fundamentos de Estrategia*. (Ed Pearson, Ed.). New Jersey.
- Juca, F. (2018). Los juegos serios y el uso de dispositivos hápticos para una experiencia multisensorial. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, Julio. Recuperado de <https://bit.ly/30PW2y3>
- Kitts, C. & Quinn, N. (2004). An interdisciplinary field robotics program for undergraduate computer science and engineering education. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 4(2). <https://doi.org/10.1145/1071620.1071623>
- Lens. (2018). The Lens - Free & Open Patent and Scholarly Search. Recuperado de <https://www.lens.org/>
- López Ramírez, P. A. y Andrade Sosa, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista educación*, 37(1), 43-63. <https://doi.org/10.15517/REVEDU.V37I1.10628>
- Maxwell, B. A. & Meeden, L. (2000). Integrating robotics research with undergraduate education. *IEEE Intelligent Systems*, 15(6), 22-27. <https://doi.org/10.1109/5254.895854>
- Murcia Londoño, E. & Henao López, J. C. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 23–30. Recuperado de <https://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/entrecei/article/view/2684>
- Nourbakhsh, M. R. & Arab, A. M. (2002). Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(9), 447-460. <https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.9.447>
- Oppenheimer, A. (2018). ¡Sálvese quien pueda!: El futuro del trabajo en la era de la automatización. Recuperado de <https://www.amazon.es/%C2%A1S%C3%A1lvese-quien-pueda-trabajo-automatizaci%C3%B3n-ebook/dp/B07FBSJ4N8>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual – OMPI. (2017). *Índice Mundial de Innovación 2017: Suiza, Suecia, los Países Bajos, los EE.UU. y el Reino Unido encabezan el ranking anual*. Recuperado de https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2017/article_0006.html
- Ortiz, S., Pedroza, Á. R. & Martínez, E. (2013). Análisis Morfológico de Patentes para Desarrollar un Producto de Seguridad Vehicular. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8, 129– 130. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300065>
- Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational Robotics as an Innovative Educational Technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.588>
- PNUD. (2019). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Quiceno Arias, J. F. (2017). *Condiciones para la implementación de ambientes de aprendizaje STEM, en instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, Caso IE Monseñor Gerardo Valencia*. Universidad EAFIT. (Tesis de maestría). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10784/11869>
- Rivera Rodríguez, H. A. y Malaver Rojas, M. N., (2006). La importancia de la prospectiva en la sociedad. *Revista Universidad & Empresa*, 5(10), 257–270. Recuperado de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/936>
- Scopus. (2018). Scopus preview - Scopus. Recuperado de <https://www.scopus.com/home.uri>
- UEF. (2018). Itä-Suomen yliopisto | UEF. Recuperado de <https://www.uef.fi/etusivu>

- WEF. (2016). *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Recuperado de <https://www.voced.edu.au/content/ngv%3A71706>
- Xiaobo, L. (2006). God's Gift to China. *Index on Censorship*, 35(4), 179–181. <https://doi.org/10.1080/03064220601093009>

Modelo de aula invertida: prueba piloto en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Tamara Alcántara-Concepción

Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de Computo, y de Tecnologías de Información y Comunicación. Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico. talcantarac@unam.mx

Victor Lomas-Barrie

Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Departamento de Ingeniería de Sistemas Computacionales y Automatización victor.lomas@iimas.unam.mx

Octavio Estrada-Castillo

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería División de Ingeniería Mecánica e Industrial. octavioe@unam.mx

Aline A. Lozano-Moctezuma

Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de Computo, y de Tecnologías de Información y Comunicación. Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico. aline.lm.fi@hotmail.com

Resumen

Acorde con el objetivo cuatro para el Desarrollo Sostenible referido a la educación inclusiva, equitativa y de calidad, el propósito de esta investigación es analizar la aplicación de un modelo de aula invertida probado con estudiantes universitarios, que permita en el futuro incursionar en nuevas formas de estudio. Para efectuar la exploración, se utilizó una metodología de Investigación-Acción, por lo que se planteó como pregunta de investigación ¿Cómo perciben los estudiantes de ingeniería los métodos de aprendizaje en línea?

En una primera fase, se desarrolló un Recurso Educativo Abierto sobre temas incluidos en el plan de estudios de Calidad en Ingeniería Industrial; una vez listo se realizó una prueba piloto con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de una universidad mexicana; en la tercera fase se solicitó a los participantes responder un cuestionario valorando la experiencia, en el cuál, expresaron libremente sus observaciones.

En este artículo se presenta una descripción del recurso educativo, se describe el modelo de aula invertida utilizado, y los resultados obtenidos al impartir la misma clase presencialmente y en línea, a través del Recurso Educativo Abierto. En la siguiente parte se muestran los datos e impresiones obtenidos de los cuestionarios aplicados a los estudiantes participantes. Por último, se analizan los resultados del estudio y se delinear las etapas futuras de la investigación.

Palabras clave

Objetivos de Desarrollo Sostenible, Investigación-Acción, Educación Mixta, Recurso Educativo Abierto, Instituciones de Educación Superior.

1. Introducción

De acuerdo con lo dicho por las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, el cuarto objetivo se refiere a: *Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos* (Naciones Unidas, 2015).

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) día a día ofrecen más posibilidades a la sociedad en general; el desarrollo de sistemas virtuales que facilitan los procesos productivos y sociales se ha convertido en una actividad habitual en un sinnúmero de organizaciones, debido a las ventajas que las diversas herramientas TIC ofrecen para estructurar y disponer de sistemas de información ad hoc.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje no son ajenos a este fenómeno, organizaciones internacionales como la UNESCO han formulado estudios sobre las ventajas y obstáculos de la educación a través de herramientas TIC (UNESCO, 2008; OCDE, 2017). Por ejemplo, es relevante mencionar un reciente estudio de la OCDE, que ha identificado cuatro fuerzas de cambio que en las próximas décadas impactarán a la educación superior (OCDE, 2017):

- Globalización. Se visualiza en la internacionalización de la curricula con impacto en dos sentidos: Incremento de la colaboración e incremento de la competición.

- Demografía. Los países pertenecientes a la OCDE registran un decremento en estudiantes de entre 18 y 25 años. En contraparte, países que no pertenecen a la OCDE han incrementado su demanda de educación y no es cubierta por completo en sus países de origen; además, se ha incrementado el número de adultos mayores de nuevo ingreso o reingreso a instituciones educativas. La mayoría de los países requieren incrementar su participación en educación superior y en general no se ha logrado superar este reto.

- Nuevas formas de gobierno. Se detecta una fuerte demanda para mejorar la gestión pública. Cada vez más se pide a las instituciones de educación superior que apliquen: la rendición de cuentas, la transparencia, la eficiencia y la eficacia, la capacidad de respuesta y la visión de futuro ya que se consideran los principales componentes de una buena gobernanza pública.

- Tecnología. El desarrollo y constante innovación de las TIC ha tenido un gran impacto en la enseñanza, aunque no con la magnitud que se preveía. En contraste, la educación virtual o en línea tiene un gran potencial, y aun cuando no existen estudios claros de seguimiento, la OCDE afirma que hay un importante crecimiento en el número de estudiantes.

Por otra parte, se ha detectado que una nueva tendencia es el crecimiento de la participación creativa (Web 2.0) en el desarrollo de contenidos digitales, impulsado por la rápida difusión de acceso de banda ancha y nuevas herramientas de software.

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) *son materiales de enseñanza, aprendizaje o investigación que se encuentran en el dominio público o que han sido publicados con una licencia de propiedad intelectual que permite su utilización, adaptación y distribución gratuitas* (UNESCO, 2017). Los recursos pueden ser objetos de aprendizaje, cursos completos, simulaciones, manuales, libros y otros documentos ligados al aprendizaje.

A pesar de que los Recursos Educativos Abiertos tienen impulso internacional y nacional, hasta ahora no se ha logrado que sean utilizados en educación superior ni en programas educativos para adultos (European Commission, 2009). Por esta razón, es necesario promover nuevas iniciativas que ayuden a la integración de los REA en los programas de educación formales; este trabajo se centra en el desarrollo de un modelo de educación mixta que apoye los procesos de enseñanza- aprendizaje en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México

(UNAM).

En este sentido se está desarrollando un proyecto, en el marco de los del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la UNAM, para el análisis de los tipos de educación, con el objetivo de desarrollar y probar un modelo de aula invertida,

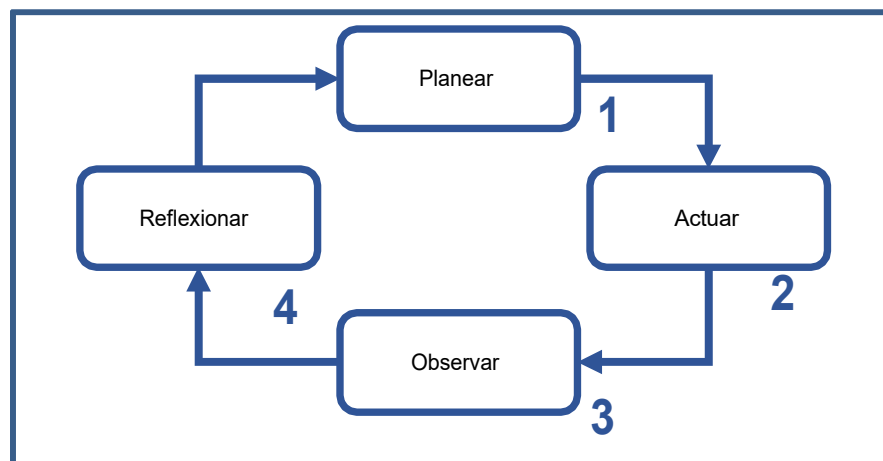
2. Metodología

Esta investigación se realizó utilizando la metodología de Investigación-Acción, la cual, constituye una metodología participativa propuesta en 1946 por Kurt Lewin, concebida como una intervención, dirigida a resolver problemas, en la que se vincula el enfoque experimental con problemas sociales acompañados de la reflexión participativa (Lewin, 1946). Inicialmente, Lewin propuso un método compuesto por tres pasos: descongelamiento, avance y recongelación; sin embargo, al aplicar y estudiar la Investigación-Acción, diversos autores han modificado el número de pasos o fases. Existe así, el modelo de Lewis (1946), Lippit, Watson y Westley con sus fases del cambio planeado (1958), y los diversos estudios de French (French y Bell, 1978, Coch y French, 1948, French, 1969).

El modelo de Investigación-Acción ha sido ampliamente utilizado en el ámbito educativo (Martínez Miguélez, M, 2000; Elliott, J, 2000; Sverdlick, I, 2007; Colmenares, 2011).

Para esta investigación, se decidió utilizar el modelo de Carr y Kemis, que se muestra en la Figura 1 y se integra con cuatro fases, que constituyen un ciclo: planear, actuar, observar y reflexionar; pasos que luego se repiten, formando un ciclo (Carr y Kemmis, 1986).

Figura 1. Fases de la metodología de Investigación-Acción.



Fuente.Ciclo de Investigación-Acción basado en las fases descritas en Carr y Kemmis (1986).

En la primera fase, se define el problema a resolver, por lo que, se determina y delimita el objetivo. En la segunda se ejecuta una primera acción y se obtiene información. La tercera fase permite valorar la acción efectuada, y conocer debilidades y fortalezas de la acción; a partir de esta conceptualización, se reflexiona sobre los resultados obtenidos, modificando si es necesario, el plan inicial y se repiten las fases, hasta lograr una solución al problema bajo análisis.

Se utilizó esta metodología, debido a que se trata de realizar una investigación

participativa, obteniendo resultados de estudiantes sobre los procesos de transmisión de conocimientos. Es una experiencia o acción de enseñanza-aprendizaje de temas de ingeniería, combinando el método presencial con los materiales y ejercicios en línea. Así, al finalizar la transmisión del conocimiento, se realiza una evaluación del conocimiento y un cuestionario que recolecta las experiencias y sugerencias de los participantes.

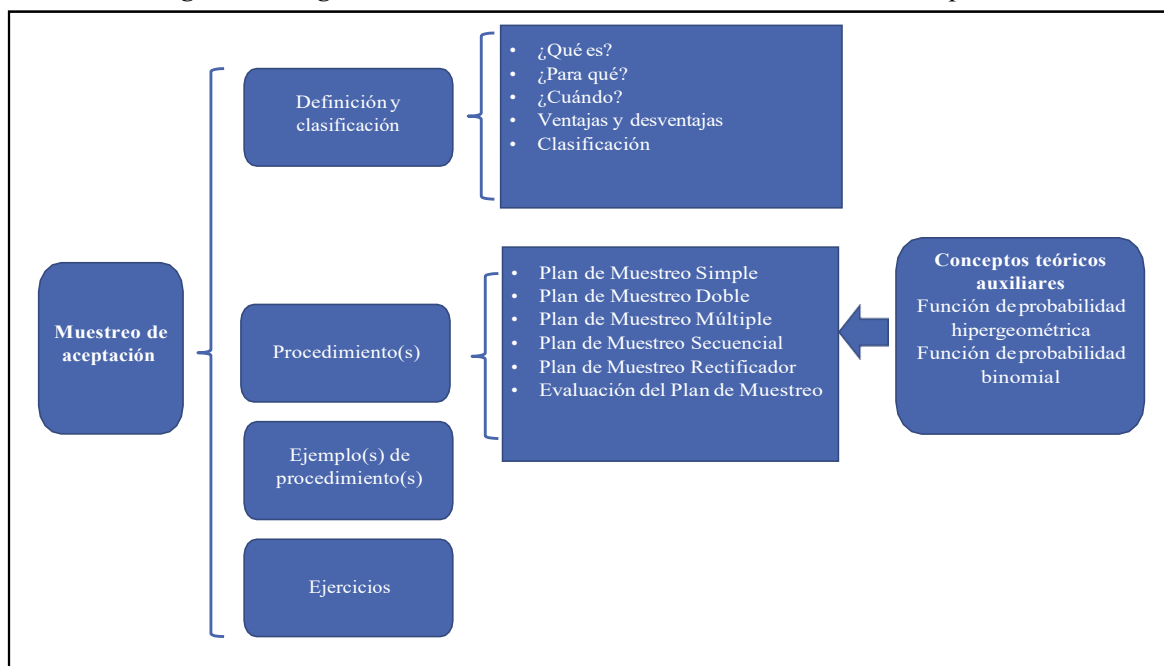
Para realizar las fases se formó un grupo de trabajo compuesto por dos investigadores, un profesor de carrera y una programadora del REA de Calidad, todos ellos, miembros de la Universidad Nacional Autónoma de México. El equipo de trabajo diseñó el modelo, y desarrollo las diferentes fases de trabajo, efectuando reuniones periódicas de valoración y modificación de los elementos.

3. Desarrollo

En noviembre del 2018, se propuso a un grupo de estudiantes de ingeniería, participar en una prueba para evaluar la experiencia de aprendizaje presencial y en línea, mediante un Recurso Educativo Abierto; el tema de estudio fue el uso de la Norma MIL-STD-105E para el muestreo simple por atributos y, conceptos básicos de aceptación. Este tema es impartido durante el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y corresponde con un tema de la materia de Calidad.

Para la clase en línea se construyó un REA de Calidad, utilizando el material didáctico y supervisión de un profesor con experiencia impartiendo la materia de Calidad durante 25 años en la UNAM. El desarrollo del REA se realizó utilizando el plugin H5P para Moodle versión 1.7. La Figura 2, muestra el contenido temático y la estructura del material didáctico que utilizaron los estudiantes para estudiar en línea. El REA consiste en lecciones multimedia interactivas que permiten al estudiante el aprendizaje de nuevos conceptos, a través de textos cortos, ejemplos resueltos y ejercicios con retroalimentación.

Figura 2. Diagrama temático del REA de Calidad: muestreo de aceptación.



Fuente: Diseño del REA de Calidad, Proyecto PAPIME, UNAM.

El grupo estuvo constituido por 59 estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Los estudiantes se dividieron en dos grupos. El primer grupo estuvo formado por 30 estudiantes (50.85%), que asistieron a una clase tradicional, en la que el profesor explicó los conceptos básicos y resolvió un ejemplo; mientras que, 29 de ellos (49.15%) se asignaron para el estudio de los temas en línea, a través del REA de Calidad construido con los materiales del profesor. El primer grupo fue constituido por los números impares de la lista. El segundo grupo se conformó por los números pares de la lista.

Del grupo que participó a través del REA de Calidad, se inscribieron un total de 25 (42.37%) a la plataforma Moodle (Moodle, 2018), donde fue incluido el REA de Calidad. Un estudiante asignado al grupo de la clase presencial se inscribió, por lo que en total 26 estudiantes tuvieron acceso al REA de Calidad.

Para realizar las clases y evaluaciones, se contó con el apoyo del profesor titular de la materia, y autor de los materiales didácticos. Al primer grupo se le impartió una clase de una hora el 13 de noviembre del 2018, en la que se abordaron conceptos básicos de muestreo de aceptación, y el uso de la Norma MIL-STD-105E para el muestreo simple por atributos (Duncan, 1996). Al segundo grupo se le pidió que ingresara a un curso de educación a distancia, donde se encontraba habilitado el REA de Calidad y, que realizara las tareas que ahí se indicaban. También se programó una sesión con todos los estudiantes para resolver ejercicios relacionados con los conceptos previamente estudiados.

Para valorar el aprendizaje, se aplicó un examen presencial al total de los participantes. Se citó a los estudiantes el día 20 de noviembre, y se aplicó un examen a los dos grupos. Se presentaron al examen 54 alumnos, 25 estudiantes del primer grupo (clase presencial) y 29 estudiantes del segundo grupo (clase en línea). El examen consistió en cuatro preguntas, tres teóricas y un problema, definidos por el propio profesor.

4. Resultados

Una vez calificados los exámenes, se separaron los resultados de ambos grupos, y se calcularon la media, la varianza y la desviación estándar.

La tabla 1 muestra los resultados de los exámenes separados por el tipo de clase a la que asistieron los estudiantes.

Tabla 1. Resultados de los exámenes aplicados

		<i>Calificación</i>				<i>Calificación</i>	
<i>o.</i>	<i>Clase presencial</i>	<i>Clase en línea</i>	<i>o.</i>	<i>Clase presencial</i>	<i>Clase en línea</i>		
1	2.00	2.50	6	5.00	4.50		
2	5.60	5.10	7	No presentó	3.00		
3	3.50	4.60	8	3.00	4.10		
4	No presentó	2.50	9	6.00	2.50		
5	6.00	3.00	0	4.50	1.50		

6	1.50	3.00	1	5.60	6.00
7	5.50	4.00	2	6.00	2.50
8	No presentó	2.00	3	2.20	4.00
9	7.00	6.00	4	No presentó	1.50
0	5.00	5.60	5	6.00	6.00
1	3.00	3.90	6	No presentó	1.50
2	3.90	2.50	7	3.50	2.50
3	4.00	2.00	8	3.50	4.50
4	7.00	2.00	9	4.50	4.60
5	4.50	5.50	0	7.00	-

Fuente: Exámenes aplicados

En la tabla 2 se muestra que hubo una mayor tasa de aprobados entre los estudiantes que asistieron a la clase presencial; también en ese grupo, se encontraron los estudiantes que no asistieron a presentar el examen. En ambos casos, los resultados fueron similares, y puede explicarse debido a que no son estudiantes regulares inscritos en la asignatura de Calidad.

Tabla 2. Aprobados de los exámenes aplicados

	<i>Clase presencial</i>	<i>Clase en línea</i>
Aprobados	7	3
Reprobados	18	26
No presentaron	5	0

Fuente: Exámenes aplicados

Mientras que, en la tabla 3 se presentan las medidas estadísticas de dispersión: promedio, varianza y desviación estándar de las calificaciones obtenidas por estudiantes que estudiaron en cada modalidad de clase.

Tabla 3. Estadísticas sobre los resultados de los exámenes aplicados

	<i>Clase presencial</i>	<i>Clase en línea</i>
Promedio	4.61	3.55
Varianza	2.50	2.16
Desviación	1.58	1.47

Estándar		
----------	--	--

Fuente: Exámenes aplicados

Se aplicó la prueba de Anderson-Darling a ambas muestras para verificar la normalidad de los datos al 95% de nivel de confianza. La primera muestra es normal; mientras que la segunda muestra da una $p=0.043$ un poco abajo del límite de 0.05 para ser una normal.

También se aplicó una prueba de igualdad entre varianzas al 95% de nivel de confianza, comprobándose la hipótesis nula. Por último, se empleó una prueba de igualdad entre medias al 95% de nivel de confianza, rechazándose la hipótesis nula y afirmando con 95% de nivel de confianza que los resultados del grupo que recibió la clase presencial son mejores que los resultados que ingresó al curso a distancia.

Con el objetivo de obtener información adicional acerca de la experiencia de aprendizaje mixto; se solicitó a los participantes que utilizaron el REA en línea que respondieran un cuestionario.

El cuestionario se aplicó utilizando la misma plataforma Moodle con la clase de Calidad de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (UNAM, 2018), y a través de esta se invitó a los 25 estudiantes inscritos del grupo en línea. La invitación se efectuó vía correo electrónico, y se envió un recordatorio; el periodo para responder el cuestionario fue de 10 días, durante el periodo del 5 al 15 de diciembre. La solicitud de respuesta hizo énfasis en la aportación que realizarían para mejorar la clase y la plataforma; las respuestas al cuestionario se recibieron de manera anónima. Debido a que la participación en esta experiencia fue voluntaria, de los 25 estudiantes a los que se les solicitó completaran el cuestionario, algunos no respondieron, pero más de la mitad sí lo hicieron, es decir, un total de 13 respuestas (52%).

4.1. Resultados del cuestionario

Como se muestra en la tabla 4, el cuestionario, de acuerdo con su contenido, se dividió en cuatro secciones: Material en línea, Examen y la participación en este ejercicio, Plataforma, su funcionamiento y estructura, comentarios en general.

Tabla 4. Número de preguntas por sección del cuestionario.

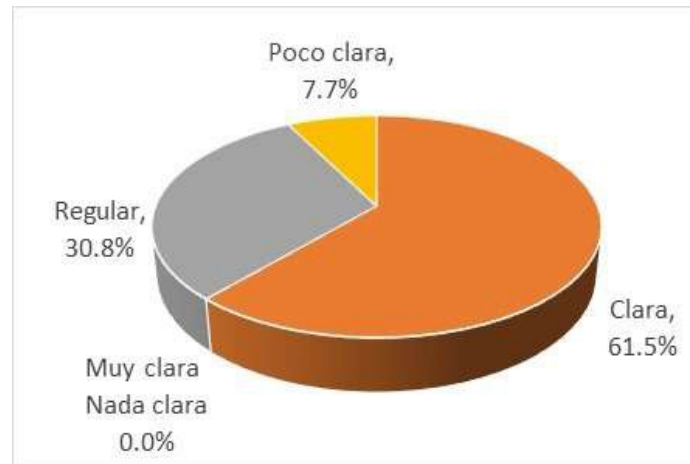
Sección del cuestionario	Número de preguntas
1. Material en línea (contenido)	7
2. Examen y la participación en este ejercicio.	4
3. Plataforma, su funcionamiento y estructura	5
4. En general	2

Fuente: Exámenes aplicados

Los resultados de la primera sección respecto al material en línea son:

La primera pregunta fue: ¿Qué tan clara considera que fue la explicación de la teoría antes de los ejercicios? En la figura 3, se muestran los resultados generales; y se observa que ningún estudiante consideró “muy clara” la explicación de la teoría. Ocho estudiantes indicaron que es “clara” y uno de los estudiantes consideró “poco clara” la explicación. Los cuatro estudiantes restantes respondieron “regular”.

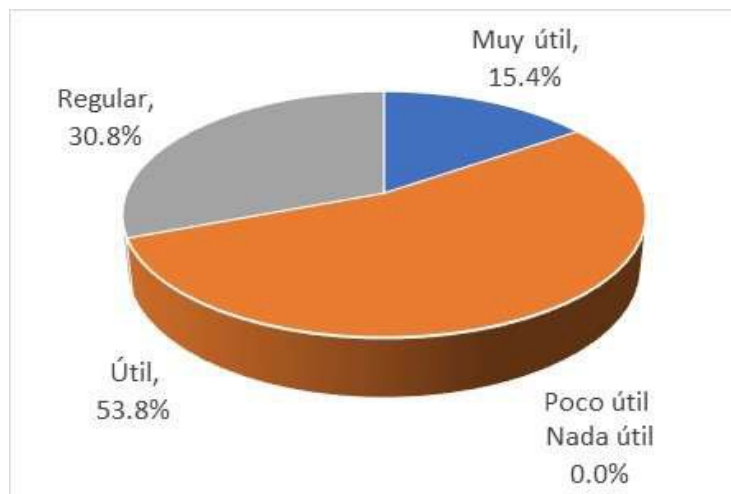
Figura 3. Claridad de los conceptos teóricos presentados en el REA de Calidad, según los estudiantes que lo utilizaron.



Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

En la segunda pregunta: ¿Qué tan útiles considera que fueron los ejercicios incluidos para comprender mejor la teoría?; el 69% de los estudiantes consideraron que los ejercicios fueron útiles o muy útiles; en tanto que, el restante 31% los consideraron regularmente útiles. Es importante destacar que ninguno consideró “poco útil” o “nada útil” cada ejercicio. La figura 4 muestra los resultados.

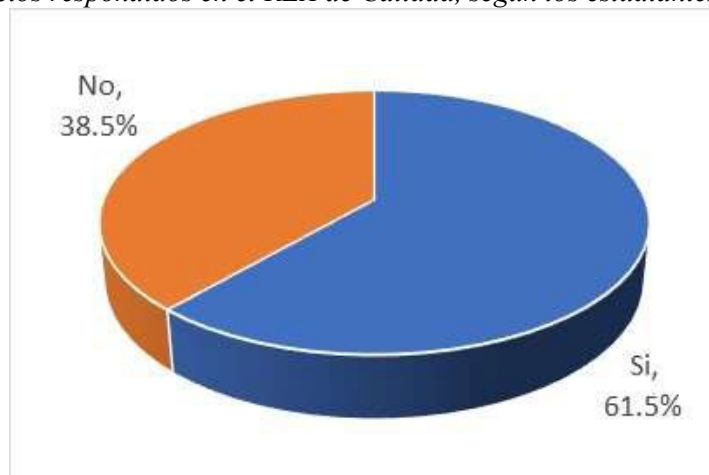
Figura 4. Utilidad de los ejercicios en el REA de Calidad, según los estudiantes que lo utilizaron.



Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

La tercera pregunta les cuestionó sobre si se respondió el total de los ejercicios requeridos en la plataforma. De acuerdo con las respuestas, casi el 62% de los estudiantes afirmó haber respondido todos los ejercicios correspondientes con el tema: uso de la Norma MIL-STD-105E para el muestreo simple por atributos. Mientras que el 38.5% no los respondió todos. Ver figura 5.

Figura 5. Ejercicios respondidos en el REA de Calidad, según los estudiantes que lo utilizaron.



Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

Para conocer las razones por las que no respondieron el total de los ejercicios, se incluyeron 6 posibles razones y la opción de anotar alguna otra. Cada estudiante podía elegir más de una respuesta, considerando 1 para la principal razón y 7 para la de menor importancia. Para calcular el peso de las razones se ponderó, utilizando una escala como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Ponderación de las razones para no responder todo

Valor asignado por el estudiante								
Peso otorgado	0							

En cada caso, se multiplicó el valor asignado por el estudiante (entre 1 y 7) por su peso de acuerdo con la tabla 5. Se sumaron las ponderaciones obtenidas para cada razón para no responder; y se dividió entre el número de respuestas obtenidas (total de estudiantes que respondieron). Como se muestra en la tabla 6, se ubicaron dos razones principales por la que los estudiantes no realizaron todos los ejercicios: no entendieron las instrucciones del ejercicio, y faltó conocimiento teórico.

Tabla 6. Razones por las que no se respondieron todos los ejercicios requeridos en el REA de Calidad, según los estudiantes que lo utilizaron.

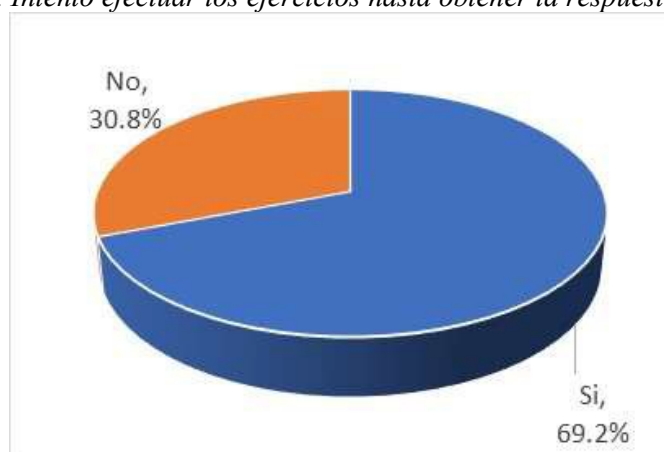
Razón por la que no respondió	Valor ponderado
No entendí las instrucciones.	8.4
Me faltó conocimiento teórico.	7.6
Me faltó tiempo de terminarlos.	6.8
Eran ejercicios muy largos.	6.0
Tenía flojera.	4.6
No era necesario contestarlos.	4.2
Otra razón.	0.0

Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

La pregunta 4 del cuestionario, consistió en saber: ¿Qué criterio utilizó para decidir cuáles ejercicios contestar y cuáles no? Los estudiantes a los que les faltó resolver ejercicios indicaron que contestaron los ejercicios que entendieron al instante, que eran cortos y que no representaban gran dificultad. Por otra parte, los estudiantes que sí respondieron, afirmaron que contestaron los ejercicios que indicó el profesor, con excepción de aquellos que no comprendieron; un estudiante comentó que se regresaba a la teoría para cerciorarse que contestaba bien los ejercicios y en dado caso de no entender la teoría, dejaba sin contestar el ejercicio vinculado; además, otro estudiante indicó que leía los ejercicios y si había algo que no entendía a simple vista, resolvía los ejercicios para aclarar sus dudas.

Para conocer el nivel de interacción e interés con el REA, se incluyó la pregunta “¿Intentó realizar los ejercicios hasta que estuvieran correctos (más de una vez)?” La figura 6 muestra que: nueve contestaron “sí” mientras que la respuesta de los cuatro restantes fue “no”.

Figura 3. Intento efectuar los ejercicios hasta obtener la respuesta correcta.



Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

Únicamente para los nueve estudiantes que respondieron que sí intentaron responder los ejercicios más de una vez, se desplegó la pregunta: ¿Logró entender el error? En tabla 7, se muestra que la mayoría indicó haberlo intentado, mientras que dos estudiantes contestaron que no; uno prefirió no contestar a dicha pregunta.

Tabla 7. Comprensión de errores al responder o no a los ejercicios requeridos en el REA de Calidad, según los estudiantes que lo utilizaron.

¿Logró entender el error?	%
Sí	66.7
No	22.2
No respondió	11.1

Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

Para conocer el interés que despertó el material en el REA, se incluyó la pregunta: ¿Revisó todas las diapositivas, incluida la última de cada tema, donde se encontraba el resumen de las calificaciones de los ejercicios? La tabla 8 indica que: siete estudiantes indicaron siempre haber revisado todas las diapositivas, mientras que tres dijeron que casi siempre lo

hicieron, dos participantes casi nunca, y por último un estudiante indicó que nunca revisó el total del contenido. Lo anterior no coincide con lo reportado en la plataforma, ya que no se tienen registrados estudiantes que hayan contestado todos los ejercicios de la REA; once estudiantes de los 26 que utilizaron la plataforma no intentaron responder ningún ejercicio.

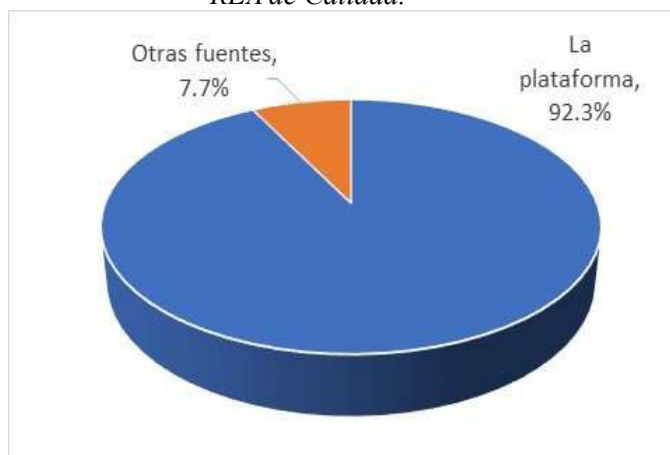
Tabla 8. Revisión de todo el material en el REA de Calidad, de acuerdo con los estudiantes que lo utilizaron.

<i>Revisó todo el material:</i>	<i>%</i>
Siempre	53.8%
Casi siempre	23.1%
Casi nunca	15.4%
Nunca	7.7%

Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

La segunda sección del cuestionario se enfocó en conocer sus impresiones sobre el examen y la participación en este ejercicio de aprendizaje en línea. Por lo que, se indagó acerca de las formas en que el estudiante adquirió el conocimiento para presentar el examen. En la figura 8 se muestra que, casi en su totalidad (92.3%) los estudiantes utilizaron la información del REA. Una persona afirmó que utilizó Google como fuente de estudio.

Figura 8. Formas de estudio para presentar el examen, según los estudiantes que lo utilizaron el REA de Calidad.



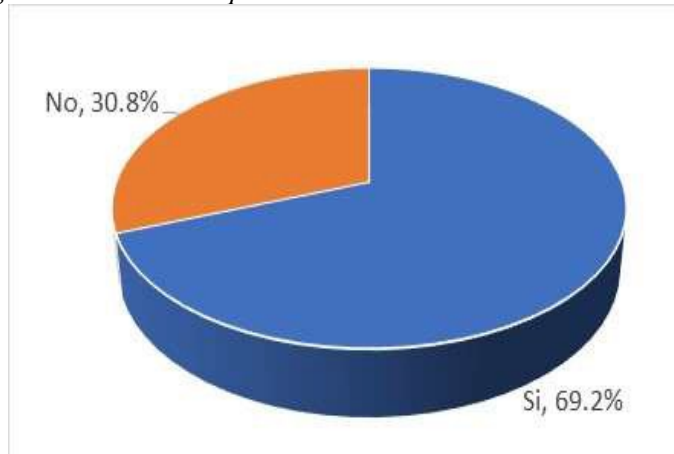
Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

El siguiente cuestionamiento fue: ¿Presentó el examen sin haber ingresado a la plataforma?, todos los estudiantes afirmaron que consultaron la plataforma; sin embargo, en el registro de ingresos se corrobora que no todos lo hicieron.

Después se procedió a preguntarles si el nivel de conocimientos requerido en el examen correspondió con el material del REA. Aunque, la mayor parte de los participantes consideraron adecuado el examen, menos de la tercera parte manifestó que no correspondían con los conocimientos en plataforma, como se muestra en la figura 9. Al cuestionar a estos últimos sobre por qué respondieron que no, indicaron que: no les quedó clara la información en

la plataforma, faltó información o una mayor explicación y, un estudiante mencionó que los ejercicios y la teoría fueron “complejos” mientras que el examen era “práctico”.

Figura 4. Correspondencia entre el nivel de conocimiento del examen y el contenido del REA, según los estudiantes que lo utilizaron el REA de Calidad.



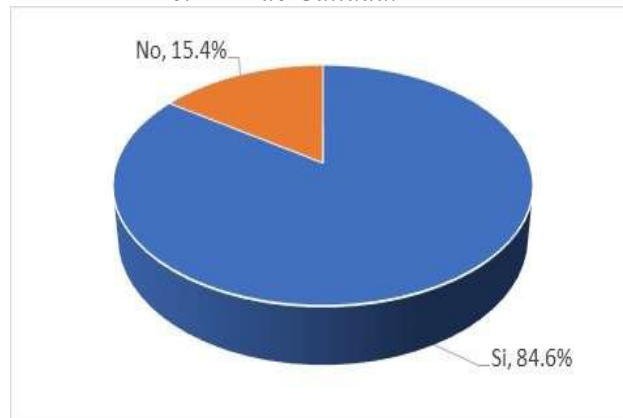
Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

Para conocer los hábitos de los estudiantes y la eficacia de la transmisión de conocimientos, se incluyó pregunta: ¿Durante el examen realizó alguna "trampa"? Una persona dio una respuesta positiva. Al analizar el resto de sus respuestas, el mismo estudiante indicó haber respondido todo en la plataforma, dijo también que: intentó sin éxito y más de una vez resolver y comprender los ejercicios.

Las siguientes preguntas corresponden con la tercera sección del cuestionario: la plataforma, su funcionamiento y estructura. A este respecto, todos los estudiantes (100%) consideraron que las interacciones para desplegar tablas, imágenes, textos, y otros ejercicios o vínculos fueron intuitivas. De igual manera, a todos los estudiantes (100%) les pareció que los colores y figuras fueron adecuados y no distractores al momento del estudio en plataforma.

En la figura 10, se muestra que la mayor parte de los estudiantes (84.6%) consideraron que fue sencillo navegar en el REA.

Figura 10. Sencillez al navegar en el contenido del REA, según los estudiantes que lo utilizaron el REA de Calidad.



Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

La siguiente cuestión abordó las opiniones de los participantes respecto a cómo mejorar los ejercicios incluidos en la plataforma. Tres estudiantes (23%) indicaron que no se requieren mejoras, el resto de ellos externaron diversas sugerencias, entre ellas (ver tabla 9): ser más claros en los ejercicios y en las instrucciones; mejorar el formato, dar menos información, y un estudiante mencionó que se incluyan técnicas de aprendizaje adaptativo para lograr que la dificultad de los ejercicios aumente conforme el usuario avanza.

Tabla 9. Revisión del material en el REA de Calidad, según los estudiantes que lo utilizaron.

<i>Sugerencia</i>	<i>%</i>
Más información y ejemplos	2 3.0
No se requieren cambios	2 3.0
Mejora de formato	7 .7
Incluir la participación del profesor	7 .7
Menos información	7 .7
Más claridad	7 .7
Mejorar la organización de la información	7 .7
Incluir videos	7 .7
Habilitar interacción entre compañeros	7 .7

Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

También se incluyó la opción de sugerir mejoras. Pero en este caso de la organización, imagen, pertinencia y otros factores que considerarán pertinentes sobre el Recurso Educativo Abierto a la plataforma. El 46% de los estudiantes indicó que no se requiere ninguna mejora.

La última sección del cuestionario se destinó a conocer las preferencias de estudio y opiniones en general a cerca de los tipos de aprendizaje: presencia, en línea y mixto. En la figura 11 se muestran las preferencias de estudio, y se refleja que la mayor parte de los estudiantes (77%) afirmó que prefiere una combinación entre trabajo en línea y con el profesor, en contraste nadie prefirió trabajar solamente en línea, en tanto que el 23% dijo que prefiere la clase con un profesor, de la manera tradicional.

Figura 11. Preferencias de modo de estudio



Fuente: Elaboración propia basada en las respuestas al cuestionario.

Por último, se solicitó a los estudiantes un comentario en general abierto sobre la experiencia de aprender un tema en línea (tabla 10). Los comentarios textuales fueron:

Tabla 10. Comentario general sobre el aprendizaje en línea, según los estudiantes que utilizaron el REA de Calidad.

o	Comentario general
	Al ver todo el material que estaba en la plataforma, más de diez archivos, no dan ganas de leer todo.
	Me pareció una gran idea el trabajar en la plataforma. Por lo que creo que estaría bien incorporarlo más al estudio, ya que tomando clases en forma presencial y en línea puede ayudar a reforzar los conocimientos
	Aunque no haya completado todo, fue de gran ayuda y el contenido es muy bueno.
	Me gustó hacer esta actividad. Aunque pienso que haber trabajado en la plataforma, fue bueno y aprendí, no me gustó mucho; pues después de un rato daba flojera, o sueño y te perdías de lo que estabas haciendo.
	Prefiero la clase presencial, y podría complementar con información de una plataforma en línea
	Esta actividad me hizo ver que de verdad ocupó un profesor que me enseñe, ya que, al no tener experiencia en el tema, no sé qué temas son muy importantes, y cuáles no
	Considero que la información de la plataforma fue buena, pero creo que hubiera sido mejor tener la explicación de un profesor
	Es mejor un profesor
	Fue una experiencia que no había hecho ya que prefiero tomar clases presenciales, por cualquier duda que tenga es más fácil aclararla, pero ayudo a que conociera otras formas de trabajo
0	Me agradó mucho la dinámica de la plataforma, me facilitó el aprendizaje del tema, aunque me agrada más tomar clase presencial, ya que puedes resolver tus dudas con el profesor.

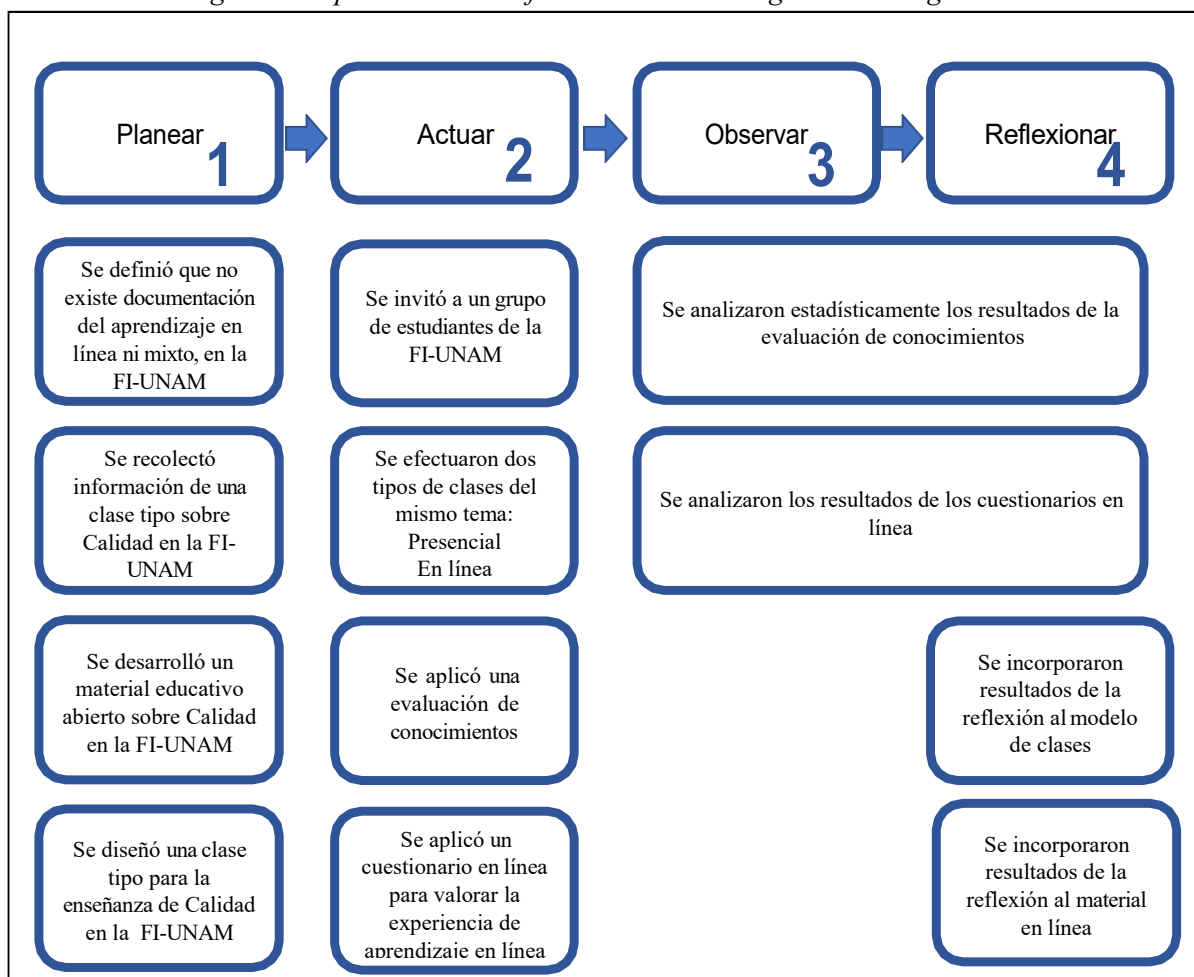
1	Realizar este experimento fue interesante, y lo que más llamó mi atención fue el objetivo del mismo, el demostrar si la educación en línea puede llegar a ser igual que la presencial
2	Me gustó la idea de la plataforma, pero creo que no fue del todo bueno, porque durante el examen ya no supe de qué forma se utilizaban las herramientas, o más bien las tablas ISO
3	No me agrado trabajar en línea, ya que me surgieron demasiadas dudas y no sabía cómo aclararlas ya que desconocía el tema

Fuente: Transcripción de las respuestas de los estudiantes participantes al cuestionario de valoración de la experiencia.

5. Discusión y análisis

Como se describió anteriormente, se realizó un estudio de Investigación-Acción con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. En la figura 12 se muestran las actividades que se efectuaron en cada fase de la metodología, cubriendo así, todas las fases del modelo de Carr y Kemmis (Carr y Kemmis, 1986).

Figura 12. Aplicación de las fases de la metodología de Investigación-Acción.



Fuente. Ciclo de Investigación-Acción aplicado en la UNAM.

La aplicación de la metodología fue exitosa, ya que se logró probar: el modelo de clase utilizando material en línea, y la reflexión de los estudiantes al participar en el desarrollo del modelo. Asimismo, se obtuvo una evaluación del recurso educativo abierto, y las observaciones fueron útiles para modificar y mejorar el recurso, sobre todo en cuanto a la información para interactuar con el mismo. Además, de la importancia de reducir el tamaño de las lecciones, para evitar que los estudiantes las consideren largas, y las abandonen sin concluir.

De la reflexión de los estudiantes, resalta que, al participar en la experiencia aprendizaje, despertó la inquietud de utilizar más los materiales en línea como herramienta de aprendizaje. También se hizo una reflexión de la importancia de tener un profesor, que no sólo transmite el conocimiento, sino también su experiencia sobre la relevancia de los temas, los puntos en los que se debe ser cuidadoso y los obstáculos que pueden encontrarse en su aplicación práctica. Por lo que se concluyó, de manera generalizada, que se recomienda combinar las clases en línea y presenciales, es decir, utilizar modelos de educación mixta. Se planea en los cursos subsiguientes, incorporar los cambios y mejoras tanto a los materiales de estudio como a la impartición de los cursos.

6. Conclusiones

Se realizó con éxito una prueba piloto del uso del Recurso Educativo Abierto (REA) desarrollado para el estudio del Muestreo de Aceptación; que forma parte del curso de Calidad, impartido en el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Las edades de los estudiantes que participaron fluctúan entre 18 y 20 años, y se encuentran realizando sus estudios en la Facultad de Ingeniería. Esta prueba piloto se realizó para evaluar y justar el modelo de aprendizaje presencial combinado con el aprendizaje en línea; para efectuarla se construyó y utilizó un REA sobre: el uso de la Norma MIL-STD-105E para el muestreo simple por atributos (subtema de Muestreo de aceptación).

Para hacer la prueba piloto se invitó a un grupo compuesto por 59 estudiantes. El grupo se dividió en dos grupos: 30 (50.85%) estudiantes que asistieron a una hora de clase tradicional, y 25 de los 29 asignados (49.15%) estudiaron los temas a través del REA desarrollado con los materiales del mismo profesor. También se aplicó un examen de conocimientos; el examen consistió en tres preguntas teóricas y la solución de un ejercicio.

Para complementar, se pidió a los participantes que estudiaron los conceptos en línea, que respondieran un cuestionario con 18 preguntas. Se obtuvieron 13 respuestas en total. Los resultados del cuestionario, los registros en plataforma, y los resultados del examen muestran que en general, los estudiantes estudiaron de manera intermitente el material en línea.

La prueba piloto ha sido un ejercicio útil para ajustar algunos aspectos del Recurso Educativo Abierto, por ejemplo, el dividir los ejercicios en secciones para hacerlos cortos y, que los estudiantes los resuelvan completos; y agregar instrucciones para facilitar la navegación entre los recursos de la plataforma.

Por último, se concluye, que fue relevante que el material se desarrolló integrando los aspectos teóricos y prácticos necesarios para el aprendizaje de este tema específico; además de la aportación de la clase presencial para la solución de ejercicios; ambos elementos constituyeron el primer modelo de aula invertida en el tema de muestreo de aceptación en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. De acuerdo con los estudiantes que participaron en esta investigación se pudo afirmar que mostraron el interés en integrar cursos de educación mixta, ya que consideraron que utilizar un Recurso Educativo Abierto constituye una buena

herramienta de aprendizaje, que se refuerza a través del profesor; en otras palabras, los modelos de aprendizaje mixto parecen adecuados de acuerdo con estos primeros resultados. En consecuencia, en el futuro próximo se integrarán las mejoras para el diseño de un curso de aprendizaje mixto o *blended learning*, basado en los materiales desarrollados y la experiencia adquirida que aquí se ha presentado.

7. Agradecimiento

Agradecemos el apoyo para realizar este trabajo Programa UNAM-DGAPA-PAPIME, para el Proyecto Desarrollo de un modelo de Aprendizaje Mixto en la Facultad de Ingeniería y desarrollo de una Guía Normalizada para la Construcción de Recursos Educativos Abiertos de la UNAM, con clave PE311218.

8. Referencias

- Alcántara-Concepción, T. (2017). University Participatory Experience building Open Education Resources. *Journal of e-Learning and Higher Education*, 2018 (14). doi:10.5171/2018. 713500
- Area, M., Adell, J. (2009). e-Learning: Enseñar y aprender en espacios virtuales. En J. De Pablos (Coord), *Tecnología Educativa* (pp. 391-424). Málaga, España: Aljibe.
- Bartolomé, A. (1999). El diseño y la producción de medios para la enseñanza. En J. Cabero Almenara. (Ed.), *Tecnología Educativa* (pp. 71-86). Madrid, España: Síntesis
- Bliss, T., Smith, M. (2017). A Brief History of Open Educational Resources. En R. Jhangiani, R. Biswas-Diener (Eds.), *Open: The Philosophy and Practices that are Revolutionizing Education and Science* (pp. 9-27). Londres, Inglaterra: Ubiquity Press. doi:https://doi.org/10.5334/bbc.b
- Carr, W., Kemmis, S. (1986). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona, España: Martínez Roca. ISBN: 9788427011823.
- Coch, L., French, J. (1948). Overcoming Resistance to Change. *Human Relations*, 1 (4), 512-532.
- Colmenares, Ana (2011). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación* 3 (1), 102- 115, ISSN: 2215-8421.
- D'Agostino, G., Meza, J., Cruz, A. (2005). Elementos y características del material impreso que favorecen la formación y el aprendizaje a distancia en la UNED (sistematización de características y resultados globales). *RIED*, 8 (1), 335-366. doi: https://doi.org/10.5944/ried.1.8.1070
- Duncan, A. (1996). *Control de Calidad y Estadística Industrial*. México: Alfaomega. Elliott, J. (2000). El cambio educativo desde la investigación-acción. Morata. España
- European Commission (2009). *Open Educational Quality Initiative (OPAL) Final Report*. Project number: 504893-LLP-1-2009-1-DE-KA3-KA3MP. Education, Audiovisual & Culture Executive Agency. Project website: <http://www.oer-quality.org>
- French, W. (1969). Organization Development: Objectives, Assumptions, and Strategies. *California Management Review*, 12 (2), 23-34.
- French, W., Bell, C. (1978). *Organization Development* (2a ed.). Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice-Hall
- Glasserman, L., Rubio, M., Ramírez, M. (2014). Recursos Educativos Abiertos en la práctica docente. En T. d. Monterrey (Ed.), *Metodología y estrategias de enseñanza*, 46-64. Recuperado en septiembre de 2018 de <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/833>
- H5P. (2018). *H5P para Moodle* (Versión 1.7) [software]. Recuperado en mayo de 2018 de <https://h5p.org/>
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2 (4), 34-46.
- Lovos, E. (2015). Ambiente de desarrollo virtual para el aprendizaje de la programación: un estudio de caso en la Lic. de Sistemas de la Universidad Nacional de Río Negro, Patagonia Argentina. *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 2 (1), 13-23. Recuperado de <https://journals.epistemopolis.org/index.php/cienciaymat/article/download/911/476>
- Martínez Miguélez, M. (2000). La investigación-acción en el aula. *Revista Electrónica Agenda Académica* 7 (1). Recuperado en agosto de 2019, de: <http://files.docentia.webnode.es/200000031-e2181e310b/ia.pdf>.

- Moodle. (2018). Moodle (Versión 3.4.3) [software]. Dougiamas, M. Recuperado de <https://download.moodle.org/>
- Mortera, F. (2010). Implementación de Recursos Educativos Abiertos (REA) a través del portal TEMOA (Knowledge Hub) del Tecnológico de Monterrey, México. *Formación Universitaria*, 3 (5), 9-20. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062010000500003>
- Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 4: Educación. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/> OECD. (2007). Giving knowledge for free - the emergence of Open Educational Resources. *imhe INFO* Julio 2007, (pp. 1-4). Recuperado de <http://www.oecd.org/education/imhe/38947231.pdf>
- OECD. (2017) *El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos*. Coordina: Centro de Nuevas Iniciativas. Edita: Junta de Extremadura, Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación. I.S.B.N.-13: 978-84-691-8082-2. Open Education Europa. (2017). *History of the OER Movement: European Commission*. Agosto de 2017. Recuperado en Julio de 2018 de <https://www.openeducationeuropa.eu/es/node/487869>
- Peñalosa, E., Landa, P. (2008). Objetos de Aprendizaje: una Propuesta de Conceptualización, Taxonomía y Metodología. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 11 (3). Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/repi/article/view/18559/17617>
- Peñaloza, M., Castillejos, J. (2015). *Los recursos educativos digitales en las iniciativas institucionales de acceso abierto: el caso de Toda la UNAM en Línea*. Recuperado de <http://recursos.portaleducoas.org/publicaciones/los-recursos-educativos-digitales-en-las-iniciativas-institucionales-de-acceso-abierto?audience=2&area=23&country=>
- Ranjit, S. (2000). *How to Develop and Produce Simple Learning Materials with Limited Resources at Community Level*. Paper presented in 2000 Preparation of Continuing Education Materials in Rural Areas in Asia and the Pacific, the 18th Regional Workshop, Dhaka, Bangladesh. Recuperado de <http://www.accu.or.jp/litdbase/pub/dlperson/pdf0106/rpp25.pdf>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2 (1). Retrieved from <http://www.itdl.org/>
- Sverdlick, I. (2007) *La investigación educativa. Una herramienta de conocimiento y de acción*. Ediciones Novedades Educativas, Argentina.
- Trillo, P. (2012). Recursos Educativos en Abierto: evolución y modelos. *Foro de Educación*, 10 (14), 191-205.
- UNAM. (2018). *Tu aula virtual*. [Moodle]. Recuperado en noviembre de 2018 de <https://tuaulavirtual.educatic.unam.mx/>
- UNESCO (2008). *Etapas hacia las Sociedades del Conocimiento*. UNESCO, Coordinador: Günther Cyranek, autora: Mariela Genta. Edición: IPS América Latina. ISBN 978- 92- 90 -89 -121-5.
- UNESCO. (1989). *Material didáctico escrito: Un apoyo indispensable. UNESCO-FNUAP*. Recuperado de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/1939/1/Material%20didáctico%20escrito%20un%20apoyo%20indispensable.pdf>
- UNESCO. (2017). *Recursos Educativos Abiertos: Las TIC en la educación*. Recuperado en septiembre de 2018 de <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/rea>
- Universidad de Oviedo. (2014). *Manual de ayuda para crear recursos teóricos y subir documentación*. Oviedo, España. Recuperado de <https://docplayer.es/63137806-Manual-de-ayuda-para-crear-recursos-teoricos-y-subir-documentacion.html>
- Vilchis, N. (2016). Recursos Educativos Abiertos, Reseña del libro Recursos Educativos Abiertos, un medio de innovación para la educación a distancia. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 8 (16), 156-158.
- Wiley, D. (2000). *Learning Object Design and Sequencing Theory* (Tesis de Doctorado, Universidad Brigham Young, Utah, Estados Unidos). Recuperado de <https://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>
- Wiley, D. (2002). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. In David. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects* (pp. 3-24). Indiana, Estados Unidos: Agency for Instructional Technology y Association for Educational Communications & Technology.
- Zabala, M. (2003). *La función de los materiales didácticos impresos y la interacción en el aula (educación superior)* (Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10582/TM019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SENA Market: Aplicación móvil para la administración financiera en las tiendas de barrio de la ciudad de Ibagué

Jose Alonso Oviedo Monroy

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Comercio y Servicios Regional Tolima – Ibagué, Grupo de Investigación en Gestión Empresarial Servicios e Innovación Comercial GESICOM, Colombia. jaoviedom@sena.edu.co

Joaquín Eduardo Carrillo Orjuela

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Comercio y Servicios Regional Tolima – Ibagué, Grupo de Investigación en Gestión Empresarial Servicios e Innovación Comercial GESICOM, Colombia. jcarrillo@sena.edu.co

Omar Arley Arenas Quimbayo

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Comercio y Servicios Regional Tolima – Ibagué, Grupo de Investigación en Gestión Empresarial Servicios e Innovación Comercial GESICOM, Colombia. oarenasq@sena.edu.co

Resumen

En las últimas décadas las tiendas de barrio se han convertido en un sector económico esencial en la economía del país, en la medida en que generan gran contribución al PIB nacional, a su vez, cuentan con alto potencial de inserción en el mercado por ser un canal tradicional y tienen gran adaptación al entorno laboral para ser altamente competitivas. De la misma manera, fundan espacios de desarrollo y viabilidad en la economía familiar, esto último, puesto que se reconoce que las tiendas son un gran apoyo y soporte para el incremento del ingreso de las personas, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los implicados.

De tal manera, la actividad comercial llevada a cabo desde las tiendas de barrio, se enmarca en los pocos desarrollos desde la academia, que parten de la integración de las operaciones ejecutadas de manera adecuada, hasta la capacitación del personal en los diferentes enfoques administrativos y operativos, permitiendo así un fortalecimiento del sector y, en especial, un manejo óptimo del recurso financiero con el que cuenta la organización.

Para la ejecución del proyecto se realizó el siguiente proceso metodológico, en primer lugar, se identificó el estado actual de las tiendas de barrio, seguido de un diagnóstico e identificación de debilidades que parten de la administración del recurso del dinero en efectivo, para así lograr la generación de estrategias multidisciplinarias encaminadas a tomar decisiones de forma oportuna y mitigar los problemas encontrados. En último lugar, se diseñó un aplicativo móvil para el control administrativo y financiero del ente económico. En este contexto los resultados dictan disposiciones generales del buen manejo del recurso financiero, que pueda indagar la situación económica – financiera del ente económico, conllevando así a mejorar la eficiencia y la productividad de las empresas en el territorio ibaguereño.

Palabras clave

Administración financiera, flujo de caja, plan financiero, aplicación móvil, tiendas de barrio.

1. Introducción

En la actualidad se refleja la importancia de las tiendas de barrio donde brindan un espacio a la comunidad para el reforzamiento cultural del consumidor, pues se ha transformado en un sitio de interés donde no solo se realizan transacciones comerciales, sino también interacciones entre tenderos, amigos, vecinos y familiares, permitiendo la vinculación social del entorno y arraigan aspectos culturales a la comunidad que abastecen (Tovar Espitia & Clelia Ximena, 2009). Por otra parte, las tiendas de barrio por ser un canal tradicional que se encarga de la distribución de productos y servicios de primera necesidad juegan un papel importante en el desarrollo económico del país, a su vez cuenta con factores claves tales como la cercanía, disponibilidad, confianza y la propia administración permiten en gran medida la eficiencia y el éxito a este canal de distribución (Páramo Morales, 2015).

Dado lo anterior, en gran medida las tiendas de barrio son considerados como un modelo de negocio exitoso desde la perspectiva cultural y de servicio, esto permite generar un valor agregado a los productos que se comercializan por este canal de distribución. De la misma manera tienen elementos fundamentales como atención personalizada, trato amable hacia el consumidor, la posibilidad de que el cliente pueda conseguir los productos en unidades más pequeñas -permitiendo la capacidad adquisitiva por parte del consumidor en el momento-, crédito inmediato y amplio horario de atención; lo anterior ha convertido a las tiendas de barrio en un componente importante y determinante en la economía de los hogares colombianos (Páramo Morales, Tiendas de barrio en Colombia, 2012).

Sin embargo, en los últimos años, debido al ingreso de los nuevos formatos minoristas y la propagación de algunos de los grandes almacenes de cadena en Colombia, forjando un desarrollo acelerado en la expansión del canal moderno en todo el país, generando que las tiendas de barrio, como canal tradicional, se adapten a un nuevo escenario de competencia que incluye descuentos permanentes, una política constante de precios bajos y un control sistemático de los costos, ha contribuido a que los consumidores ahorren efectivo al momento de comprar los productos de la canasta familiar en estos otros establecimientos, afectando directamente la actividad económica de las tiendas de barrio.

Adicionalmente, por los efectos de la situación financiera y social experimentada por la economía colombiana, como la reciente reforma tributaria, la inflación y las elevadas tasas de interés en el territorio, provocaría el fracaso empresarial de la actividad económica de las tiendas de barrio. Por lo tanto, las tiendas de barrio deben implementar estrategias que permitan la fidelización y captación de consumidores, asimismo con sus factores estratégicos cuentan con elementos diferenciadores que les permita posibilidades para competir con el canal moderno, para que así pueda elevar sus índices de productividad en los procesos que se enmarcan en el desarrollo de la organización y lograr un control implícito de las operaciones de la microempresa.

2. Estado del arte

La información financiera es el elemento de análisis más importante en una empresa, permitiendo conocer la situación económica. Asimismo, esta información tiene como principales características la confiabilidad y las ventajas competitivas que esta información brinda para llevar a cabo la toma de decisiones y que esta sea preparada para establecer y conocer las condiciones a corto, mediano y largo plazo. En cuanto al análisis de la

información, le proporciona diferentes datos a la administración para establecer las principales políticas y procedimientos con el objeto de tener un control interno y externo, así como el cumplimiento de los objetivos y metas propuestas (Nava Rosillón, 2009). De la misma forma, el control de las operaciones que se ejecutan en la actividad comercial; la información financiera tiene un alto grado de importancia, siendo esta la base para comparar los aspectos financieros de la entidad con el propósito de mejorar los índices de productividad en las empresas y tomar decisiones de forma oportuna (Aguilera Díaz, 2017).

El principal valedor de esta información es la administración, que es el eje fundamental en la ejecución de los procesos internos y externos del ente económico, genera las principales políticas y procedimientos del control de la organización, permitiendo lograr una seguridad a las operaciones encaminadas al desarrollo de la razón social y permitir saber el flujo de la operación que garantice la confiabilidad y que los datos suministrados sean fidedignos en los hechos económicos que genera la empresa (Becerra, 2006).

De la misma forma, la administración de las empresas debe ejercer acciones para emitir información financiera útil y confiable. En ese orden de ideas, los estados financieros se constituyen como herramienta fundamental para el análisis de la situación económica del ente económica revelando los bienes, obligaciones y el patrimonio con el que cuenta la empresa. Entonces, la información financiera genera un sin número de datos para analizar el resultado de las operaciones externas e internas, y por lo tanto, logra una predicción del contexto de la situación económica (Martín Granados & Mancilla Rendón, 2010).

Por lo anterior, la administración del efectivo establece cómo va a ser la manera en que se pueden lograr las metas y objetivos de la empresa, asimismo, permite visualizar los diferentes movimientos que representan los ingresos y los egresos de la entidad, con la finalidad de que los ingresos sean mayores a los gastos y costos, y pueda contar con una mayor utilidad y rentabilidad en la actividad comercial (Espinosa, Melgarejo Molina, & Vera Colima, 2015). A su vez, uno de los elementos diferenciadores para analizar el contexto económico de las organizaciones son las razones financieras donde el punto de partida para la adecuada toma de decisiones financieras. De la misma manera, la información financiera se convierte en un aliado estratégico para la administración de las empresas y sirven como base para la toma de decisiones (Porporato, 2015).

Es por esto, que la base de la administración y una buena ejecución de las metas en gran parte, se recalca la importancia de la información financiera, ya que las decisiones en gran parte se toman como referencia la parte económica, y la eficiencia o ganancia que podría dejar las actividades propias de la persona natural, es por esto que la administración y el control de los recursos financieros se convierte en una herramienta imprescindible para el buen funcionamiento y la ejecución de las labores. El papel de la administración financiera es suministrar información relevante que permita las decisiones económicas y sociales tendentes a mantener y a generar desarrollo económico, posibilitando el control de los factores intervinientes y la predicción sobre su comportamiento futuro, al objeto de su utilización y distribución óptima, encaminada al cumplimiento de los objetivos previamente establecidos (Tua Pereda, 2012).

Se observa que, en los últimos años, las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) le han dado importancia a la información contable y financiera que suministra la empresa, no obstante, no saben cómo utilizar el potencial de esta información con el fin de alcanzar una administración estratégica. Sin embargo, para poder mejorar estos procesos se requiere que las PYMES analicen todos los hechos económicos o transacciones que hace la organización, con el objeto de tener un control directo de todas las operaciones contables, sea en actividades de operación,

inversión y financiación del ente económico. De igual manera, aprovechar toda la información contable para que se adecúe a las necesidades de la administración y haga uso de esta información mejorando los procesos operativos del negocio. En este sentido las PYMES requieren un modelo contable que se adapte a los procesos de direccionamiento estratégico de la empresa, en la que se genere información que indique la situación económica actual de la organización (Farfán Liévano, 2010).

La contabilidad financiera en las PYMES va ligada con la administración que atiende las necesidades de las organizaciones, cuyo principal objetivo es competir con el financiamiento del inversor, siendo este elemento clave para el crecimiento empresarial de la organización. Por consiguiente, en estas empresas el acceso al financiamiento resulta difícil, ya que es limitada la información financiera que facilita la toma de decisiones respecto al estado de inversión y la rentabilidad que esta ha generado. Al mismo tiempo el crecimiento de las PYMES se ve limitado por la falta de control que hay en la organización, ya que no hay parámetros o metas claras en el plan de acción de la empresa y coordinación con los departamentos que la componen (Pérez, Mascareñas, & Ferrer, 2015).

Las microempresas no cuentan con herramientas de información financiera que les permita una toma de decisiones oportuna en actividades de operación, inversión y financiación. A causa de lo anterior, es pertinente que el microempresario tenga un adecuado control financiero, explícitamente en el flujo de efectivo o el flujo de caja. Esta herramienta se desarrolló basada en las necesidades del microempresario de controlar el dinero existente en la organización, de saber cuál es la liquidez para cumplir con las obligaciones de manera puntual y los requerimientos necesarios para operar la actividad comercial, al no tener esta información clara puede presentar incumplimientos de pagos a proveedores y le impide contar con proyecciones que le permitan anticiparse a posibles inconvenientes relacionados con el flujo de efectivo de la empresa (Rocha J. F., 2008).

En las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de Colombia aún es muy bajo el grado de disponibilidad y utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en ambiente web. Ello vislumbra una importante desventaja competitiva en un entorno que demanda estar preparados para participar en un mercado que está cada vez más interconectado tanto a nivel nacional como internacional. Asimismo, permite tener un control directo en el ámbito financiero, conocer el flujo de caja y el flujo de efectivo de manera inmediata, igualmente pronosticar la situación financiera que pueda abarcar en ciclos posteriores (Albarracín, Erazo, & Palacios, 2014).

En el mismo sentido, uno de los principales beneficios de las TIC es apoyar a la administración para que pueda hacer un mejor uso de la información generada a través de reportes, además de incrementar la efectividad en la toma de decisiones por parte del capital humano en el trabajo. También debe proporcionar datos que sean útiles a los usuarios permitiéndoles evaluar de forma segura más alternativas para un buen uso de la información de la organización, de esta manera ayuda a ser más eficiente la toma de decisiones en las actividades de operación, inversión y financiación (Quintero & Gámez, 2013).

Todas las cifras revisadas muestran un panorama dramático para la época en que estamos, pues los avances tecnológicos están a la orden del día con sistemas cada vez más rápidos y personalizados a los deseos de los usuarios, pero cuya utilidad no ve aún una alta proporción de empresarios colombianos, en parte por el costo de adquisición o la falta de aplicaciones adaptadas a las necesidades de su entorno empresarial. También se le considera una área estratégica para el desarrollo del país que pueda permitir al empresario tener un control

implícito de las operaciones de la organización, del mismo modo llevar un mecanismos que les permita saber cuáles son los ingresos y egresos, la situación económica – financiera de la organización, estos se verían incentivados por su uso, lo que implica la adopción de las TIC para sus negocios y, por consiguiente, atraer mayores ingresos, lo que a su vez afectaría a toda la cadena de valor que se puede generar propendiendo al desarrollo económico y social del país (Ruiz, 2014).

3. Metodología

El proceso metodológico para la ejecución de los objetivos contó con cuatro fases para su ejecución. La primera fase se enfocó en la caracterización del estado actual administrativo y financiero, la segunda fase en la formulación de estrategias de mejora que podría permitir un mejor control administrativo y financiero, seguidamente la tercera en la generación de un modelo didáctico y tecnológico para las tiendas.

3.1. Fase 1. Caracterización del estado actual administrativo y financiero para las tiendas clasificadas como microempresas comerciales de la comuna cinco de la ciudad de Ibagué.

En esta fase se encontraron actividades de gran importancia para el desarrollo del proyecto, como fueron la búsqueda de material bibliográfico, la revisión de la literatura, teorías y marco legal que acogen al objeto de estudio para facilitar el control administrativo y financiero en las tiendas. En general, la información que se recopiló fue el estado actual de las PYMES y MIPYMES referente a la información contable, financiera, y administrativa.

Se desarrolló un censo poblacional para establecer cuántas tiendas hay en la comuna cinco de Ibagué, ya que no había un dato con exactitud que nos permitiera establecer la población a estudiar. En el censo se estableció una población de 184 tiendas y por medio de un muestreo aleatorio estratificado, donde la variable a estratificar fue el estrato económico de la tienda, se aplicó un instrumento de recolección de información, con el objetivo de evidenciar las problemáticas en el control administrativo y financiero de las tiendas pertenecientes a esta comuna.

De acuerdo con los datos suministrados por el objeto de estudio en el instrumento de recolección de información, se llevó a cabo la caracterización del estado actual administrativo y financiero, donde se encontraron las problemáticas en la ejecución de la actividad económica.

3.2. Fase 2. Formulación de estrategias de mejora en el control administrativo y financiero para las tiendas clasificadas como microempresas comerciales de la comuna cinco de la ciudad de Ibagué.

En el desarrollo de la segunda fase se realizó una matriz DAFO, para diagnosticar y evaluar factores externos (oportunidades y amenazas) e internos (fortalezas y debilidades) en el control administrativo y financiero que se presenta en el desarrollo de la actividad económica. El resultado de este diagnóstico facilitó el diseño de estrategias contables, financieras y complementarias que requieren enfoques distintos al área contable y financiera y la integración con las TIC.

3.3. Fase 3. Generar un modelo didáctico y tecnológico para las tiendas clasificadas como microempresas comerciales de la comuna cinco de la ciudad de Ibagué.

En el desarrollo de la tercera fase, se diseñó el modelo administrativo y financiero para las tiendas de barrio, con base a la información recolectada de las fases anteriores. También se desarrolló un software a manera de aplicativo móvil que permitirá operacionalizar el modelo diseñado para que el objeto de estudio tenga un control administrativo y financiero en la ejecución de su actividad económica.

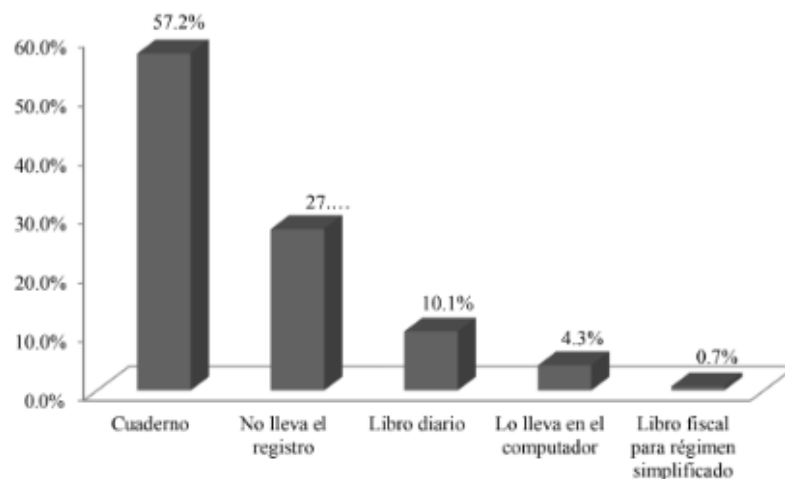
4. Resultados

En el presente acápite se presentan los resultados y discusiones del estudio, enunciado en tres aspectos centrales. El primero de ellos, conlleva el análisis del estado real de las tiendas de barrio en materia contable y financiera. Seguido a esto, las estrategias financieras y la integración con las TIC orientadas a disminuir las problemáticas encontradas. Para finalizar, se ilustra el aplicativo *SENA Market*, el cual se enfoca en apoyar la administración de los recursos financieros con los que cuenta la organización.

4.1. Caracterización de las tiendas de barrio en materia administrativa y financiera

De acuerdo con el registro de las ventas y compras de productos de la tienda (ver Ilustración 1), indica que un 72,5 % llevan un registro de las ventas y compras de productos de la tienda, ya que se unifica las variables cuaderno, libro diario, lo lleva en el computador y libro fiscal para régimen simplificado, que significa que los microempresarios utilizan herramientas para tener un control implícito del negocio respecto al movimiento de ingresos y egresos de la tienda. Por otra parte, se observa que en un 27,5 % no llevan un registro de entradas y salidas de los productos de la tienda, provocando desconocimiento de la rotación de los productos que maneja el tendero.

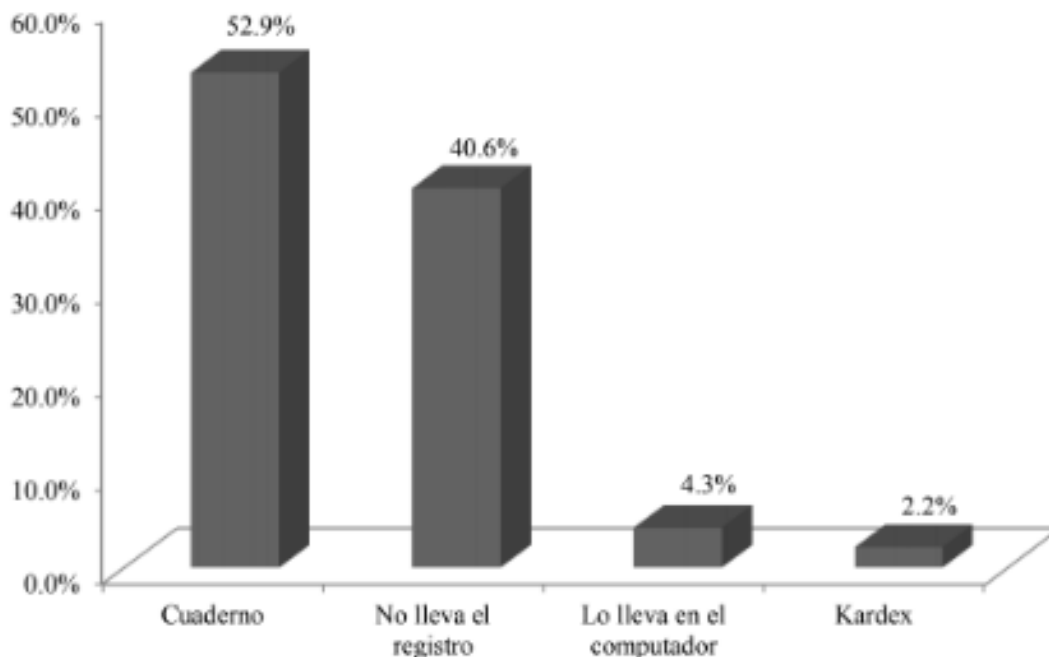
Ilustración 1. Registro de las ventas y compras de productos de la tienda.



Fuente: Autores.

En cuanto al registro del inventario de la tienda (ver Ilustración 2), se puede observar que el 59,4% de los tenderos tienen un control del inventario del negocio, llevando los registros de entradas y salidas de los productos en la tienda con el cuaderno, computador o Kardex. De esta manera se podría establecer el costo de la mercancía que hay en un periodo determinado; mientras que en un 40,6 % no cuentan con un registro del inventario de la tienda, no saben con exactitud cuál es la rotación del inventario de sus productos, además no podrían establecer cuál es el costo de la mercancía en un momento determinado.

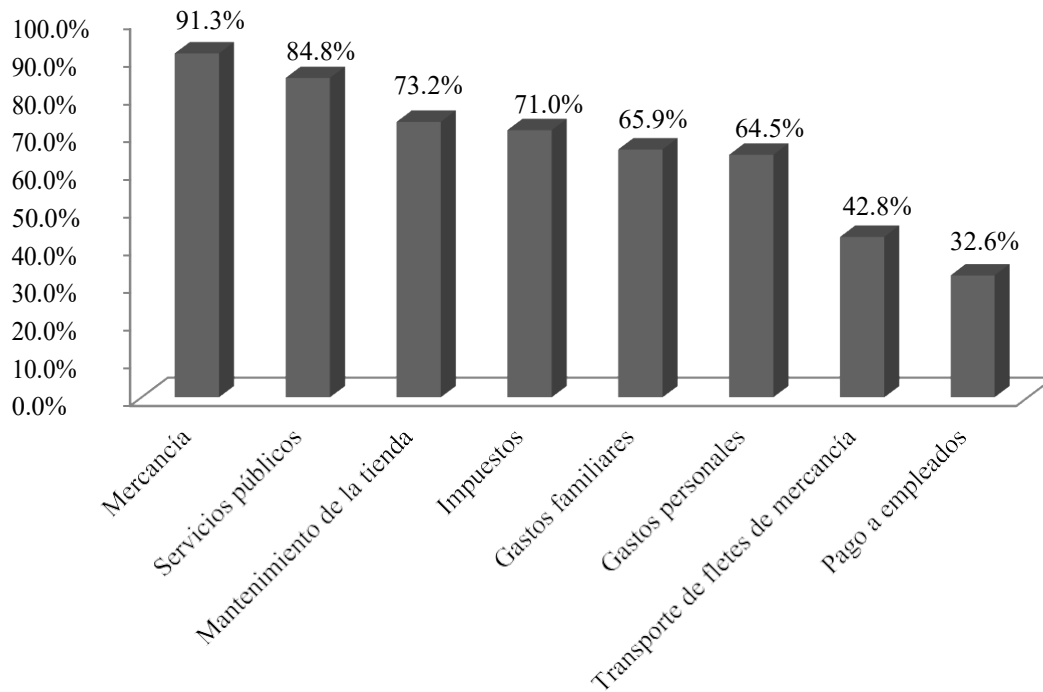
Ilustración 2. Registro del inventario de la tienda.



Fuente: Autores.

La Ilustración 3, muestra que en la gran mayoría de los tenderos encuestados no cuentan con un control administrativo y financiero conveniente, ya que el 65,9 % y el 64,4 % considera que los gastos familiares y personales pertenecen al desarrollo de la actividad económica, por lo tanto los tenderos no diferencian los gastos familiares con los gastos de la tienda, afectando directamente la rentabilidad del negocio y la productividad de este. Ello podría generar riesgos y amenazas que lo puedan llevar al fracaso empresarial del ente económico.

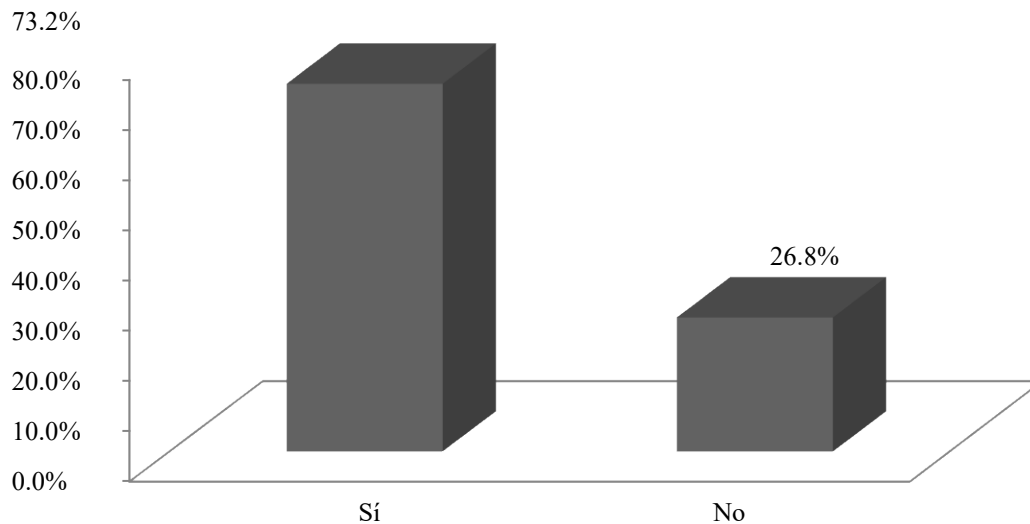
Ilustración 3. Gastos de la tienda



.Fuente: Autores.

De acuerdo con el consumo de productos de la tienda (ver Ilustración 4), indica que un 73,2 % de los tenderos consumen productos de la tienda sin cancelarlos, por lo tanto, está afectando el inventario y la liquidez del negocio. Ello genera —en la gran mayoría de las tiendas— un bajo control administrativo y financiero referente al inventario de la misma. No obstante, el 26,8 % no consume los productos de la tienda sin cancelarlos, por lo cual no está afectando la rotación de inventario de y los índices de liquidez del ente económico.

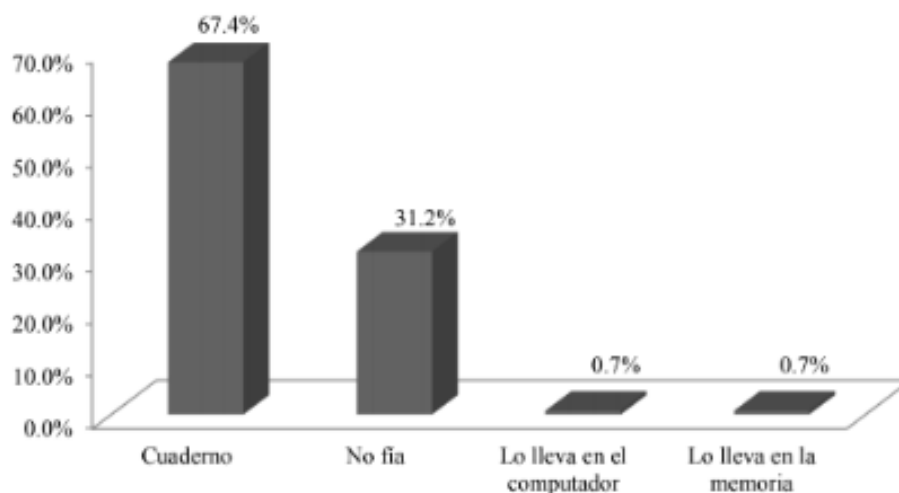
Ilustración 4. Consume productos de la tienda



Fuente: Autores.

En cuanto al registro del crédito de la tienda (ver Ilustración 5), indica que el 68,8 % de las tiendas, tienen cartera o crédito con los clientes, a la vez registran todas las obligaciones de los usuarios en el cuaderno, computador o lo lleva en la memoria, por lo tanto demuestra que los tenderos tienen un mayor control en la cartera respecto al flujo de caja del ente económico. Entre tanto, el 31,16 % de las tiendas no fian, lo que resulta en una mayor liquidez ya que todas las ventas que generan la actividad económica son de contado.

Ilustración 5. Registro del crédito de la tienda.



Fuente: Autores.

4.2. Estrategias para el control administrativo y financiero de las tiendas de barrio

El diagnóstico del sector comercial para el diseño de estrategias contempló la revisión de material bibliográfico en el cual se integrarán herramientas para el diseño de estrategias. Entre las herramientas consultadas está la matriz DAFO, junto a una matriz de problemas para la identificación de las problemáticas en el control administrativo y financiero.

A continuación, se presenta el desarrollo de la matriz DAFO (ver Tabla 1):

Tabla 1. Matriz DAFO.

Factores externos	
Oportunidad	Amenaza
O ₁ . Acceso al crédito financiero.	A ₁ . El vínculo familiar de los microempresarios, depende económicamente de la actividad comercial.
O ₂ . Fuerte interés en recibir capacitación para mejorar la administración del negocio.	A ₂ . Mercado altamente competitivo.
O ₃ . Fuerte interés en usar un medio tecnológico para el registro de información producida en la tienda.	A ₃ . Conocimiento básico de manejo de equipos de cómputo.

A4. El registro de crédito se lleva en un cuaderno.

Factores internos

Fortaleza

F₁. Existencia del registro de la cartera.

F₂. Financiación con los clientes es inferior a 30 días, lo que indica que pueden recuperar el dinero en un intervalo de tiempo bajo, del mismo modo recuperar la liquidez.

F₃. Control del vencimiento de la mercancía.

F₄. Cambio de la mercancía que está en vencimiento, recuperando la inversión realizada y no afectando la rentabilidad del ente económico.

Debilidades

D₁. Inexistencia del registro de entradas y salidas de dinero.

D₂. Inexistencia del registro de compra de inventarios.

D₃. Desconocimiento de los gastos operacionales con los familiares afectando la rentabilidad del negocio.

D₄. Utilizan los recursos operacionales para fines personales sin tener en cuenta el punto máximo de flexión del presupuesto, decantando en detrimento patrimonial del ente económico.

llevado flujo de efectivo en la operación de la actividad económica.

F₆. Venta de productos unitarios y familiares al dental y a granel.

F₇. Contacto directo con el consumidor. F₈. Bajo costo y precio de los productos.

F₉. Presencia de algún tipo de medio físico o electrónico de soporte para el registro de la información de las ventas.

D₅. Alto nivel de financiación en ventas de clientes.

D₆. No posee trabajadores que le puedan colaborar en una posible eventualidad, con el fin de que no sea cerrado el negocio y bajar el volumen de ventas.

D₇. Bajo sistema de financiación y acreedores, generando que el movimiento de dinero sea en efectivo.

D₈. Poca identificación entre la diferencia de utilidad y liquidez, lo que conlleva a que utilicen los recursos propios de la actividad económica, para fines personales o familiares.

D₉. El margen de rentabilidad de los productos del ente económico es mínimo del 10 % al 20 %.

D₁₀. Financia las operaciones con efectivo, teniendo una menor liquidez para afrontar posibles eventualidades.

D₁₁. Ausencia de planeación estratégica.

Fuente: Autores.

A partir de los resultados del diagnóstico del sector económico de las tiendas de barrio en

estudio y del cruce de los factores externos e internos, se presentan las estrategias planteadas para el mejoramiento en el control administrativo y financiero (ver Tabla 2).

Tabla 2. Formulación de estrategias, matriz DAFO.

Ma triz FO	Ma	Factores externos	
	DA	Oportunidades	Amenazas
Factores Internos	Fortalezas	E1. Técnica para la proyección de ingresos y gastos soportados en un plan financiero (F5, F8, F9, O1).	E1. Técnica para la proyección de ingresos y gastos soportados en un plan financiero (F5, F8, F9, A1, A2).
		E2. Metodología para la identificación de movimientos diarios a través del cierre de caja (F1, F2, F4, F6, O1).	E2. Metodología para la identificación de movimientos diarios a través del cierre de caja (F1, F2, F4, F6, A1, A2).
Factores Internos	Debilidades	E4. Uso de las TIC plasmada como aplicación móvil para administrar financieramente las tiendas (F1, F2, F5, F9, O2).	E3. Formulación de una política de financiación para los clientes (F1, F2, F5, F6, F7, F9, A1, A2, A4).
			E4. Uso de las TIC plasmada como aplicación móvil para administrar financieramente las tiendas (F1, F2, F5, F9, A1, A2, A3).
Factores Externos	Fortalezas	E1. Técnica para la proyección de ingresos y gastos soportados en un plan financiero (D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, O1).	E1. Técnica para la proyección de ingresos y gastos soportados en un plan financiero (D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, A1, A2).
		E2. Metodología para la identificación de movimientos diarios a través del cierre de caja (D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, O1).	E2. Metodología para la identificación de movimientos diarios a través del cierre de caja (D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, A1, A2).
Factores Externos	Debilidades	E4. Uso de las TIC plasmada como aplicación móvil para administrar financieramente las tiendas (D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, O2).	E3. Formulación de una política de financiación para los clientes (D1, D3, D5, A1, A2, A4).
			E4. Uso de las TIC plasmada como aplicación móvil para administrar financieramente las tiendas (D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, A1, A2, A3).

Fuente: Autores.

4.3. SENA Market: Aplicación móvil para la administración financiera en las tiendas de barrio

SENA Market es una aplicación para dispositivos con sistema operativo Android, desarrollada en el Centro de Comercio y Servicios del SENA Regional Tolima. La característica principal es que, a diferencia de otras aplicaciones contables, está diseñada y desarrollada para responder a las necesidades propias del oficio de los tenderos. A continuación, se presentarán las características clave del software que hace que sea utilizable y útil para muchas necesidades de gestión de tiendas de barrio.

La Ilustración 6 representa la pantalla principal de la aplicación donde se evidencian los seis módulos que la constituyen, a saber, flujo de caja, presupuesto, cartera, calendario, informes y configuración, los cuales se desglosan en los títulos subsiguientes.

Ilustración 6. Pantalla principal de la aplicación.



Fuente: Autores.

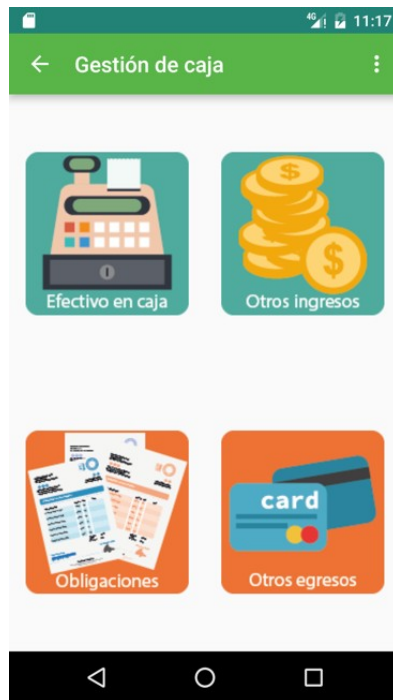
4.3.1. Gestión de flujo de caja

El flujo de caja en la actualidad la información contable y financiera se ha convertido en un factor indispensable para el éxito, además de la información y la gran cantidad de datos generados por los sistemas contables buscan el cumplimiento de las metas u objetivos propuestos en un rango de tiempo determinado. La información contable y financiera se caracteriza por la obtención de datos sobre los inventarios, flujos de efectivo o caja, estados financieros, la cartera y entre otros, no obstante, la inadecuada administración del recurso financiero resulta en una mala toma de decisiones adecuadas y oportunas, especialmente en la administración del recurso financiero que son la base de la gestión y el desarrollo.

El flujo de caja permite saber cuáles son las transacciones diarias que muestran el ciclo y la operación de la empresa, de la misma forma, poder ser reflejadas en documentos contables, compras o entradas de dinero, asimismo, una salida de dinero inmediata y proyección de los gastos o egresos de la actividad económica con el fin de que no le falte la liquidez para efectuar el pago de estas obligaciones, permitiendo conocer con certeza la situación económica – financiera de la organización o una persona, puesto que este control se hace de forma directa al efectivo con el que cuenta el sujeto al que se estudia (Rocha J. , 2008).

En la aplicación, para calcular los ingresos, se insertan los datos del cierre de caja (efectivo a final del día o del periodo laborado) y por diferencia se calcula el ingreso del día, teniendo en cuenta las salidas de caja.

Ilustración 7. Módulo de gestión de caja.



Fuente: Autores.

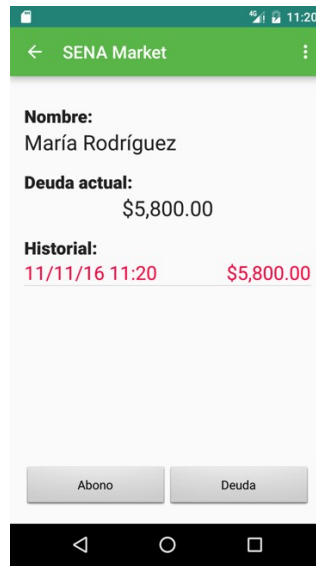
4.3.2. Gestión de cartera

En este proceso de la administración de las cuentas se deben establecer los recursos financieros disponibles con los que cuenta la empresa, las siguientes hacen parte de las cuentas más representativas en las tiendas de barrio.

Para la administración de los clientes, se hace necesario identificar los tipos de cliente según la frecuencia y los montos de compra, después de esto se asigna el cupo de “fiado” a los clientes según la disponibilidad del efectivo del establecimiento y el tipo de clientes. Después se deben registrar las ventas por cliente a crédito, esto con el fin de conocer cuál es el estado de la cartera y no haya pérdidas del inventario, para finalizar se debe gestionar la recuperación de la cartera otorgado a los clientes.

Para gestionar la cartera en primer lugar hay que gestionar los clientes, esto es, crear nuevos clientes, actualizar sus datos de contacto, ingresar nuevas deudas e ingresar abonos. Una vez ingresado los datos el tendero puede acceder al historial de movimientos de cartera de cada cliente y así tomar decisiones rápidas (según su política de cartera) acerca de si el cliente se puede seguir endeudando con él (ver Ilustración 8).

Ilustración 8. Modulo gestión de cartera.



Fuente: Autores.

4.3.3. Presupuesto

Para la administración financiera el presupuesto es un mecanismo para cumplir con los objetivos o metas propuestas a corto, mediano o largo plazo, esto con el fin de ir orientado a la gestión de los recursos financiero y el punto máximo de flexión de este. Por otra parte, los presupuestos sirven como medio de comunicación y la evaluación de la toma de decisiones que se han llevado a cabo con el fin de mejorar la calidad de vida de la persona natural. Este proceso debe ir acompañado por un presupuesto a cada uno de los rubros mayores que se utilizan, en este caso ya sea el presupuesto de ingresos o de gastos, esto con el fin de llevar un control oportuno al efectivo utilizado en las operaciones que se llevan a cabo en el marco del día a día.

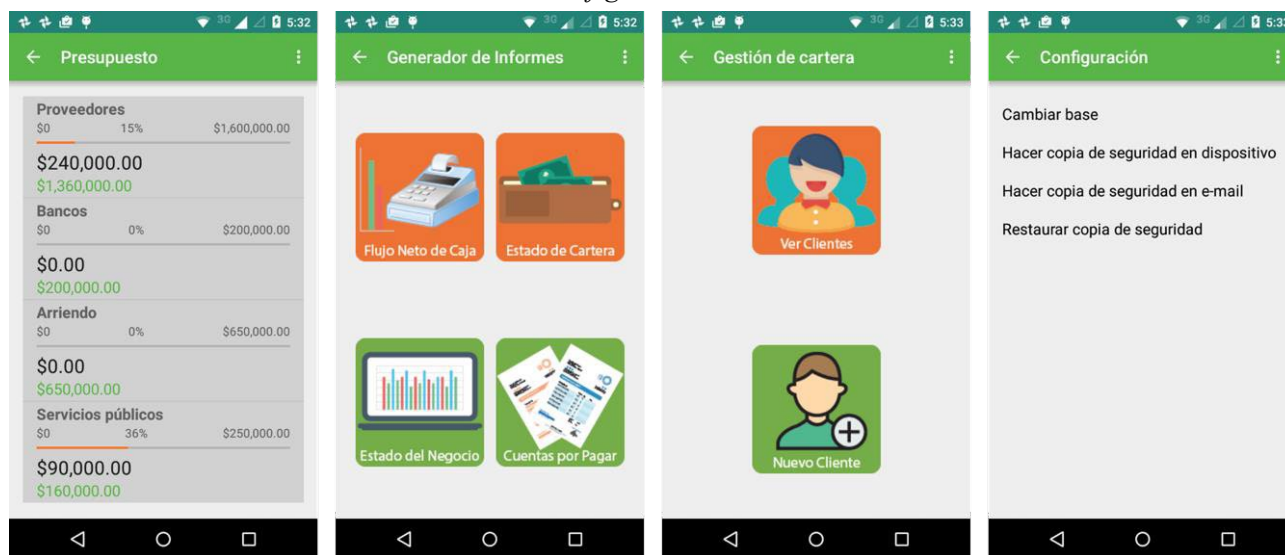
Un requisito fundamental para la elaboración del presupuesto es que siempre debe existir una planeación respecto a las metas y objetivos a conseguir, por esto el presupuesto se convierte en el primer aliado de la información financiera, ya que nos permite controlar la situación en cuanto a este aspecto, además de la reducción de riesgos y amenazas que involucren un fracaso o una liquidación económica. El presupuesto busca prever los ingresos y egresos en un periodo determinado, además de controlar todos los hechos económicos que podrían afectar la liquidez (Delgado, 2009).

Para la elaboración del presupuesto se deben tener en cuenta los siguientes conceptos financieros, esto con el fin de establecer la liquidez con la que cuenta el individuo un momento determinado. Por esto los ingresos agrupa las cuentas que representan los beneficios operativos y financieros que percibe la persona natural en el desarrollo del giro normal de su actividad comercial en un ejercicio determinado (Grajales Londoño, Lasso Marmolejo, Rincón Soto, & Zamorano Ho, 2017). Por otro lado, los gastos agrupa las cuentas que representan los cargos operativos y financieros en que incurre para el desarrollo del giro normal de su actividad en un ejercicio económico determinado (Grajales Londoño, Lasso Marmolejo, Rincón Soto, & Zamorano Ho, 2017).

El presupuesto se ha dividido en cuatro rubros, a saber, proveedores, bancos, arriendo y servicios públicos; de tal manera que el usuario pueda cambiar los montos de los presupuestos

según su necesidad. El presupuesto se alimenta de la gestión del flujo de caja, así, cuando se registra una salida de efectivo (obligación), se ve reflejada en el presupuesto del mes de dos maneras, en primer lugar, se aprecia el total del dinero invertido en cada rúbrica y, en segundo lugar, se calcula el saldo que falta para invertir o el monto en que se ha sobrepasado el presupuesto, para que de ésta forma, el tendero pueda tomar decisiones sobre la manera en la cual administrar los recursos.

Ilustración 9. (a) Módulo de presupuesto (b) Generador de informes (c) Gestión de cartera (d) Configuración.



Fuente: Autores.

4.3.4. *Calendario*

En el módulo de calendario, el usuario podrá crear y administrar eventos, los cuales no son más que recordatorios del cuándo, cuánto y a quién le debe realizar pagos, con miras a construir una cultura de buena administración del dinero para poder cumplir con las obligaciones financieras adquiridas. Una vez generado el evento dentro del aplicativo, se redirige al calendario del dispositivo para que genere el recordatorio respectivo.

4.3.5. *Informes*

Tal vez el módulo más significativo, en la medida que es el módulo que más instrumentos brinda para la toma de decisiones. Al interior del módulo se encuentran las utilidades para realizar informes de flujo neto de caja mensual y diario, estado de cartera, estado del negocio y cuentas por pagar. Los informes del flujo neto de caja permiten visualizar, gráfica y numéricamente, los ingresos y egresos del periodo convergiendo en el flujo neto de caja, un apartado faculta para estudiar el historial de los movimientos del periodo. El informe de estado de cartera presenta el total de endeudamientos que tienen los clientes con el ente financiero discriminado por cliente. El estado del negocio relaciona el saldo en la caja con el total de la cartera y las cuentas por pagar. Finalmente se encuentra el informe de cuentas por pagar, el cual evidencia los compromisos de pago del usuario que decantan en el total adeudado (Ver Figura 9c).

4.3.6. Configuración

El último, pero no menos importante, módulo de configuración posibilita cambiar el monto de la base de la caja, de la misma manera como crear y restaurar copias de seguridad del sistema, bien sea en el mismo dispositivo móvil como en el correo electrónico (Ver Figura 8d).

5. Conclusiones

El sector económico de las tiendas de barrio, es uno de los ejes centrales del desarrollo económico del país, de la misma manera logra una gran contribución al producto interno bruto del país, Sin embargo, también es cierto que la falta de técnicas para desarrollar su actividad económica en forma eficiente, pues el microempresario carece de un adecuado manejo de cuentas, haciendo uso de los recursos operacionales para fines personales sin tener en cuenta el punto máximo de flexión del presupuesto, decantando en detrimento patrimonial del ente económico. Lo anterior se da debido a que se hace a una idea falsa suponiendo que los ingresos por ventas son la rentabilidad del negocio.

Por otro lado, se supone que los recursos recibidos son para capitalizar el negocio bajo la modalidad de obligaciones financieras no son destinados en su totalidad para el ente económico sino al goce de otras cosas que no son propias de la actividad económica, además no cuentan con herramientas de información financiera que signifique una toma de decisiones adecuada, referente al manejo de los recursos que son la base de la gestión para un mejor desarrollo empresarial. De la misma manera, confunden los gastos operacionales con los gastos familiares, afectando la rentabilidad y productividad del ente económico y generando riesgos y amenazas que los lleven al fracaso empresarial.

A su vez, una necesidad imperiosa de quitar la ceguera tecnológica que tienen los empresarios latinoamericanos, incluidos los tenderos colombianos, para que, adoptando sistemas de información, mejoren los indicadores de sus comercios. El tomar esta decisión, aparte de incrementar el “goodwill” de la organización, tiene una relación directamente proporcional sobre la buena administración del negocio, obligando a que el administrador cada día se preocupe, en primer lugar, por registrar sus operaciones, revisar sus indicadores y tomar acciones que permitan tomar correctivos y crecer.

El estudio en el que estuvo inmerso el desarrollo de la aplicación móvil permitió establecer que es factible que los tenderos utilicen la aplicación como herramienta de trabajo, y la revisión de portales que ofrecen aplicaciones móviles decantó en el hecho en que no hay aplicaciones para administrar tiendas de barrio en el mercado, por este motivo, *SENA Market* es un producto de software con gran potencial de descarga.

La aplicación para dispositivos móviles *SENA Market* es una herramienta útil para la gestión de las tiendas clasificadas como microempresas y potencialmente útil para otro tipo de negocios con características similares. El uso de esta aplicación impulsará la gestión de las tiendas de barrio maximizando la información procedente de la misma actividad comercial, permitiendo identificar y minimizar riesgos asociados a una deficiente administración.

6. Referencias

- Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 322-343.
- Albarraín, E. J., Erazo, S. C., & Palacios, F. C. (2014). Influencia de las tecnologías de la información y

- comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas Colombianas. *Estudios gerenciales*, 355-364.
- Becerra, O. D. (2006). El estado de flujos de efectivo y una administración eficiente del efectivo. *Contabilidad y negocios*, 8-15.
- Delgado, L. O. (2009). Las finanzas personales. *Escuela de administración de negocios*, 123-144.
- Espinosa, F. R., Melgarejo Molina, Z. A., & Vera Colima, M. A. (2015). Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia. *Suma de Negocios*, 29-41.
- Farfán Liévano, M. A. (2010). La contabilidad de direccionamiento estratégico como oportunidad de desarrollo empresarial en las Pymes. *Cuadernos de Contabilidad*, 347-365.
- Grajales Londoño, G., Lasso Marmolejo, G., Rincón Soto, C., & Zamorano Ho, R. (2017). *Plan Unico de Cuentas*. Ediciones de la U.
- Martín Granados, V., & Mancilla Rendón, M. (2010). Control en la administración para una información confiable. *Contabilidad y negocios*, 68-75.
- Nava Rosillón, M. A. (2009). Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 606-628.
- Páramo Morales, D. (2012). Tiendas de barrio en Colombia. *Pensamiento & Gestión*, 7-11.
- Páramo Morales, D. (2015). Valores, creencias y orientación temporal del consumidor de tiendas de barrio de Barranquilla. *Encuentro Nacional de Investigación en Administración*, 83-110.
- Pérez, I., Mascareñas, J., & Ferrer, M. A. (2015). Finanzas y Contabilidad. *Revista venezolana de gerencia*, 391-394.
- Porporato, M. (2015). Contabilidad de gestión para controlar o coordinar en entornos turbulentos su impacto en el desempeño organizacional. *Contaduría y administración*, 511-534.
- Quintero, J. M., & Gámez, P. A. (2013). Administración y calidad de la información de los sistemas de información contable de las PYMES. *Cuadernos de Administración*, 8-16.
- Rocha, J. (2008). Flujo de caja. Herramientas clave para la toma de decisiones en la microempresa. *Panorama*, 4-12.
- Rocha, J. F. (2008). Flujo de caja. Herramienta clave para la toma de decisiones en la microempresa. *Panorama*, 4-12.
- Ruiz, C. O. (2014). Inclusión de las TIC en la empresa colombiana. *Suma de negocios*, 29-33.
- Tovar Espitia, S. A., & Clelia Ximena, M. G. (2009). *La importancia de la tienda de barrio como canal de distribución aplicado en la localidad la Candelaria*. Bogotá D.C: Universidad del Rosario.
- Tua Pereda, J. (2012). Contabilidad y desarrollo económico. *Contabilidad y Negocios*, 94-110.

Simulador de realidad aumentada como apoyo a los servicios de la mina y al protocolo de SST de ingreso a la mina didáctica Sena Centro Minero

Lili Ana Sandoval Pineda
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Boyacá,
Colombia
lisandovalp@sena.edu.co

Hebert Alexander Cepeda Camargo
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Boyacá,
Colombia
cepedac@sena.edu.co

Resumen

Centro Minero brinda formación oportuna y de calidad en lo referente al sector productivo de la Minería de ámbito nacional, contribuyendo en el desarrollo económico y social en este campo.

A partir de lo anterior, se hace necesario aplicar estrategias de innovación en los procesos formativos de acuerdo a las políticas del gobierno establecidas específicamente con herramientas Tic. La Realidad Aumentada logra dar al usuario una percepción del mundo real, aumentando su representación visual por medio de dispositivos electrónicos, donde los objetos virtuales bidimensionales/tridimensionales se súper ponen al mundo real.

Este simulador virtual permite conocer la mina didáctica del centro minero en un formato 3D, de igual manera identificar los implementos de seguridad y salud mínimos para ingresar a ella y el manejo de conceptos propios del laboreo minero. La realidad aumentada beneficiara aprendices de los distintos programas ofertados en el centro Minero, lograra la inclusión social mediante su uso en visitantes y personas con dificultad para permanecer o laborar en espacios confinados. La propuesta está compuesta de un recorrido virtual de forma bi y tridimensional, buscando el reconocimiento del entorno real desde lo virtual.

Esta aplicación logra comprender la legislación para el desarrollo de labores mineras y fusionarla al uso de herramientas tecnológicas en lo relacionado desde el modelado en 3D hasta su programación y animación de cada uno de los objetos que conforman la escena que se desea representar. Es importante resaltar el sistema operativo con el que se desarrolla la herramienta es Android.

Palabras clave

Legislación 1885 de 2015, inclusión social, realidad aumentada, realidad virtual

1. Introducción

El desarrollo de este proyecto tiene como objeto implementar una herramienta de realidad aumentada/Virtual, que apoye los procesos de inducción en la mina didáctica del centro minero en cuanto a la función de las labores mineras, el uso de los elementos de protección personal y conceptos mínimos del mundo de la minería. Así mismo, esta herramienta fomenta la inclusión social mediante su uso para el beneficio de aquellas personas

que se les dificultad ingresar a la mina o simplemente a personas que deseen conocer un poco más del oficio de laborar en minas bajo tierra.

El desarrollo de esta aplicación de realidad aumentada cuenta con módulos en inglés o español de calistenia para el ingreso a la mina didáctica, identificación Epps para la seguridad personal en labores mineras y distintos elementos propios de la mina representados en formato 3D. Para lo anterior se utiliza un patrón (tarjet) para el reconocimiento del mismo, este, describirá el entorno real con imágenes virtuales. La utilización de dispuestos móviles permite a aprendices y visitantes interactuar con la herramienta de forma bi y tridimensional.

2. Problema técnico o investigativo

Teniendo presente que la Mina Didáctica Sena Centro Minero tiene gran afluencia de aprendices y visitantes con el fin de apropiar diferentes conocimientos referentes a las etapas y procesos propios de las labores mineras subterráneas. Igualmente la expansión de la tecnología permite la simulación de este espacio minero con sus componentes. Por lo tanto, se hace necesario la implementación de una herramienta que permita a propios, aprendices y visitantes el estudio virtual de los componentes y procesos de la mina, aproximando la interacción en ella.

Desde la formación, hasta las fases de preparación, desarrollo y explotación de la Mina Didáctica, las Tic y la Realidad Aumentada permiten mejorar considerablemente la seguridad en las labores mineras subterráneas y la optimización de los servicios a la mina para hacerlas más competitivas en un mundo en que la tecnología digital es imprescindible para mejorar.

La puesta en marcha de la aplicación permite vincular a visitantes interesados en tener conocimientos básicos de las labores mineras bajo tierra. De igual forma incluye a aquellas personas que por algún motivo no se le es permitido ingresar a la mina didáctica del Sena centro minero. La RA genera una experiencia de aprendizaje, la cual mezcla un entorno real con uno virtual buscando el punto más realista, como si se estuviera inmersa en ella.

3. Metodología propuesta

Para el desarrollo del proyecto se han establecido las siguientes fases para poder lograr el objetivo del proyecto.

Fase 1. Lectura y contextualización de SST, servicios, labores y equipos de la Mina Didáctica (Normativa Vigente)

- Lectura e interpretación del decreto 1886 de 2015 Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas

- Lectura e interpretación de protocolos de Seguridad de la Mina Didáctica
- Reconocimiento, levantamiento Topográfico
- Identificación y selección de elementos para diseño de patrones a desarrollar
- Escaneo 360 de la Mina Didáctica
- Procesamiento de imágenes 360 de la Mina Didáctica

Fase 2. Lectura y contextualización software, librerías y herramientas de realidad aumentada Descargas, instalación, configuración de software y librerías de realidad aumentada.

- Identificación del software
- Identificación de librerías de realidad aumentada

Fase 3. Capacitación: Diseñar patrones de acuerdo al sistema de seguridad y servicios de la Mina Didáctica del centro minero.

- Modelado 3d.
- Diseño de patrones

• Multimarcador – Realidad Aumentada: Son los marcadores – markers en una misma aplicación. La creación de los marcadores para que sea posible realidad aumentada. para colocar uno o más objetos 3D “modelados “3D” en realidad aumentada, utilizando uno, dos o más marcadores.

Fase 4. Desarrollar el prototipo de la herramienta en realidad aumentada

• Botones en Realidad Aumentada – Button on Augmented Reality: Colocar botones en nuestra aplicación de realidad aumentada, de esta forma se aumenta la interactividad y el manejo por controles.

• Reconocimiento facil con Realidad Aumentada: Manejo de librerías marilena -Vuforia que son las adecuadas para trabajar en realidad aumentada el reconocimiento fácil.

Fase 5. Implementar y evaluar el prototipo herramienta en realidad aumentada

- Como exportar proyecto de Realidad Aumentada.
- Interactuar con Realidad Aumentada: Utilizar las funciones y dispositivos

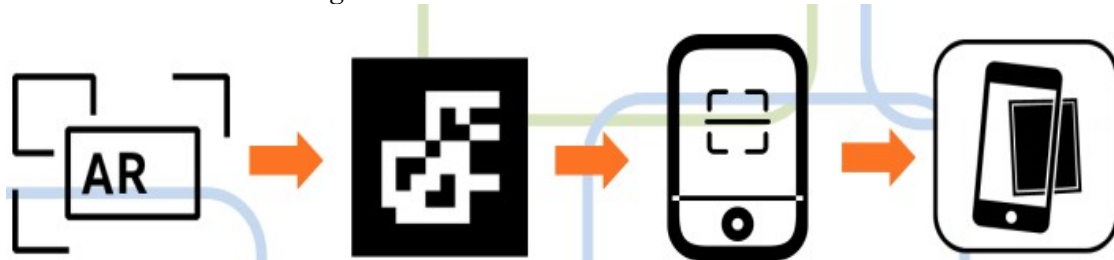
Fase 6. Validación del prototipo en la mina didáctica del centro minero

- Entrega de manuales
- Entrega de resultados de la implementación del prototipo,

4. Resultados

• Diseño de Patrones y marcadores: Servicios a la mina, Seguridad y Salud en el trabajo, equipos y labores. Como se muestra en la figura 1, las fases que se van a tener en cuenta durante el desarrollo: identificar los elementos, realizar el patrón para cada uno de ellos, montar los patrones en unity y finalmente representarlos.

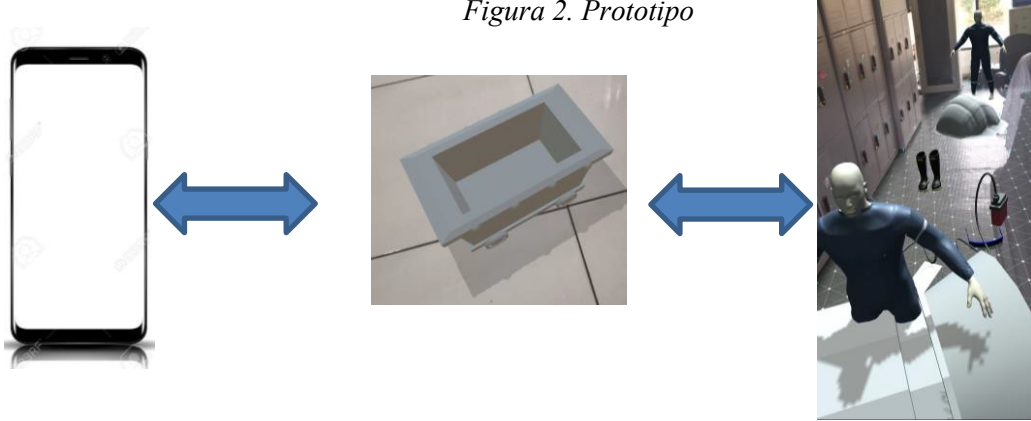
Imagen 1. Fases del desarrollo de la herramienta.



Fuente :el autor

• Versión Beta del prototipo. Es el momento en que el usuario descarga la APP al dispositivo y hacer el reconocimiento del patrón (tarjet) y se muestra el objeto en realidad aumentada.

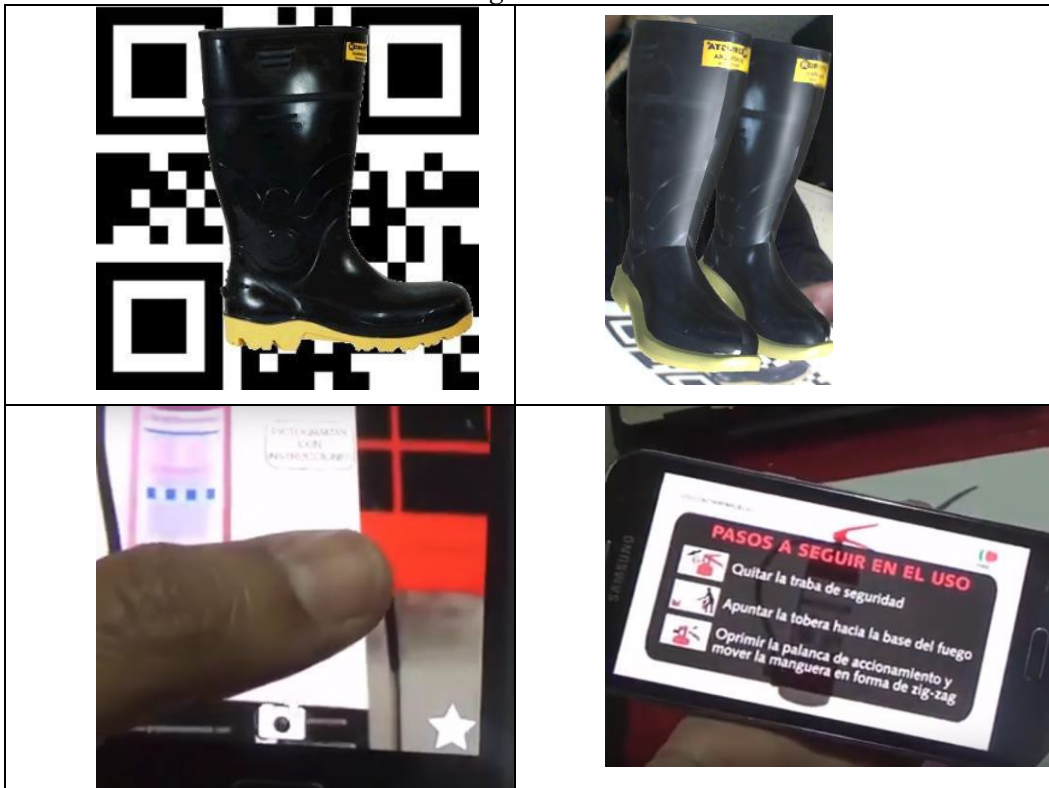
Figura 2. Prototipo



Fuente: el autor

- Prueba del prototipo de la herramienta. Validación que efectivamente los patrones sean reconocidos por los dispositivos y de esta forma se proyecta el objeto en 3d con realidad aumentada.

Figura 3. Pruebas



Fuente: El autor

- Informe de los resultados de las pruebas realizadas en la implementación.

5. Conclusiones

Con el presente prototipo de realidad aumentada permite generar un mayor impacto en

- Impacto para la Mina Didáctica: Mejoramiento al protocolo de ingreso en SST y servicios a la mina de la Mina Didáctica, así como una optimización pedagógica que permitirá nuevas experiencias tanto a los aprendices, instructores como a todos los usuarios de la Mina Didáctica del Centro Minero.

- Impacto a la formación: hace a la formación más atractiva y atrayente, facilita la transmisión de información y permite que la curva de aprendizaje se acelere.

- Impacto a la SST: la realidad aumentada podrá estimular los sentidos combinando ambientes reales con elementos virtuales permitiendo complementar la realidad permitiendo escenarios seguros.

- Impacto Social: La RA se convertirá en una de las formas predominantes por las que la gente recibe información sobre el mundo, precisamente porque involucra la fusión transparente entre lo que percibimos del mundo físico con la información que necesitamos.

- Sector productivo: Permitirá simular incidencias, situaciones en que los trabajadores interactúen de forma segura, tomar decisiones, y mejorar el aprendizaje de procesos, tareas y protocolos.

- Inclusión: la aplicación permite vincular a todo tipo de persona que este interesada en conocer el interior de una mina, sin importar sus limitantes.

Ecosistemas tecnológicos para la enseñanza virtual del Centro Metalmecánico SENA Distrito Capital

Rubén Darío Cárdenas Espinosa
Centro Metalmecánico - SENA Distrito Capital - Líder Semillero de Investigación E-InnovaCMM,
Colombia
rdcardenas75@misena.edu.co

Luis Alfonso Devia Caicedo
Centro Metalmecánico - SENA Distrito Capital – Instructor
Investigador, Colombia
ldeviac@sena.edu.co

Darwin Dubay Rodríguez Pinto
Centro Metalmecánico - SENA Distrito Capital – Líder Grupo de Investigación GICEMET, Colombia
darwindubay@misena.edu.co

Resumen

El ecosistema tecnológico para la enseñanza virtual gestiona todo el conocimiento generado en los proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, aplicando el B-Learning a través del Modelo PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-Learning) a través del Semillero de Investigación E-InnovaCMM del Centro Metalmecánico del SENA Distrito Capital como parte del proyecto “Estrategias de divulgación en nuevas tecnologías de materiales y procesos aplicables al sector metalmecánico en el marco de la investigación, innovación y desarrollo tecnológico del CMM SGPS 1769 2017”. La metodología empleada corresponde a una investigación Experimental con enfoque empírico analítico, carácter descriptivo y corte transversal y es resultado de la Investigación Doctoral “Diseño de inclusión tecnológica educativa a través del B-Learning y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)”. El resultado obtenido es el desarrollo de Recursos Educativos Digitales que han facilitado el aprendizaje significativo de los aprendices en sus procesos de formación y que contribuyen a su aplicación práctica en entornos reales en el sector productivo como es el caso de los cursos orientados en la familia Automatización y Control Industrial. El desarrollo de Recursos Educativos Digitales para el ecosistema Tecnológico del área de Automatización y Control del Centro que han facilitado el aprendizaje significativo de los aprendices de los cursos virtuales y su divulgación para que sean utilizados por instructores de otros centros de formación del país como herramientas complementarias y de apoyo para la orientación de sus cursos virtuales y presenciales en todos los niveles de formación.

Palabras clave

Ecosistemas Tecnológicos, B-Learning, Modelo PACIE, Ambientes Virtuales de Aprendizaje, Automatización y Control.

Abstract

The technological ecosystem for virtual teaching manages all the knowledge generated in the projects of applied research, technological development and innovation, applying B-Learning

through the PACIE Model (Presence, Scope, Training, Interaction and E-Learning) through the Seedbed of Research E-InnovaCMM of the Metalworking Center of the SENA Capital District as part of the project "Strategies of disclosure in new technologies of materials and processes applicable to the metalworking sector within the framework of research, innovation and technological development of the CMM SGPS 1769 2017". The methodology used corresponds to an experimental research with empirical analytical approach, descriptive character and cross section and is the result of the Doctoral Research "Design of educational technology inclusion

through B-Learning and Information and Communication Technologies (ICT)". The result obtained is the development of Digital Educational Resources that have facilitated the significant learning of the apprentices in their training processes and that contribute to their practical application in real environments in the productive sector as it is the case of the courses oriented in the family Automation and Industrial Control. The development of Digital Educational Resources for the Technological ecosystem of the Center's Automation and Control area that have facilitated the significant learning of the apprentices of the virtual courses and their dissemination so that they can be used by instructors from other training centers in the country as complementary tools and support for the orientation of their virtual and face-to-face courses at all levels of training.

Palabras clave

Technological Ecosystems, B-Learning, Model PACIE, Virtual Environments of Learning, Automation and Control.

Resumo

Ecosistema tecnológico para ensino virtual gere todo o conhecimento em projectos de investigação aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação, aplicando o B-Learning através do pacie Model (Presença, Reach, Formação, Interação e E-Learning) através pesquisa canteiro e- InnovaCMM de Metalmeccanico Centro SENA Distrito Capital como parte do projeto "estratégias de disseminação de novas tecnologias de materiais e processos aplicáveis ao sector metalúrgico no contexto de investigação, inovação e desenvolvimento tecnológico da CMM SGPS 1769 2017". A metodologia utilizada corresponde a uma pesquisa experimental com abordagem empírica analítico, descritivo e transversal e é o resultado de Doutorado Research "Projeto de inclusão de tecnologia educacional através do B-Learning e Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)". O resultado é o desenvolvimento de recursos educativos digitais que têm facilitado a aprendizagem significativa de aprendizes em seus processos de formação e contribuir para a sua aplicação prática em ambientes reais no setor produtivo como é o caso dos cursos orientados família Automation e Controle Industrial. O desenvolvimento de recursos educativos digitais para automação área de ecossistema de tecnologia e Control Center têm facilitado a aprendizagem significativa dos alunos de cursos online e divulgação para ser usado por instrutores de outros centros de treinamento no país como ferramentas complementares e apoio à orientação de seus cursos virtuais e presenciais em todos os níveis de treinamento.

Palabras clave

Ecosistemas Tecnológicos, B-Learning, Modelo PACIE, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Automação e Controle.

1. Introducción

El ecosistema tecnológico para la enseñanza virtual tanto en formación titulada (Tecnologías y Especializaciones Tecnológicas) como complementaria (Cursos cortos), gestiona todo el conocimiento generado en los proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, aplicando el B-Learning a través del Modelo PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-Learning) a través del Semillero de Investigación E-InnovaCMM del Centro Metalmecánico del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) Distrito Capital. El resultado obtenido es el desarrollo de Recursos Educativos Digitales que han facilitado el aprendizaje significativo de los aprendices en sus procesos de formación y que contribuyen a su aplicación práctica en entornos reales en el sector productivo como es el caso de los cursos orientados en la familia Automatización y Control Industrial. En este documento encontrarán el problema de investigación, la metodología propuesta, seguido de los resultados y conclusiones.

Los ecosistemas tecnológicos son base para desarrollar soluciones en las que los datos e información son el centro del problema (García - Holgado & García – Peñalvo, 2013a; 2013b; 2014; 2015; García – Holgado et al, 2015), para este caso es lograr el aprendizaje significativo desde la formación virtual del SENA en la enseñanza de los PLC (Controladores Lógicos Programables) desde los Sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Aquí más allá de la colección de herramientas se genera una red de servicios de aprendizaje (Llorens, 2009; 2011; García-Peñalvo et al., 2015c; 2015d), aplicando el B-Learning y el Modelo PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-Learning) a través del Semillero de Investigación E-InnovaCMM del Centro Metalmecánico del SENA Distrito Capital.

El ecosistema de aprendizaje del SENA está soportado por la plataforma Blackboard y los recursos Educativos digitales que han sido desarrollados por el Equipo Pedagógico del SENA complementado por los elaborados a través del Semillero de Investigación E-InnovaCMM del Centro Metalmecánico como resultado de los proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, de tal manera que proporciona un entorno en el que los aprendices puedan gestionar todo el conocimiento que generan durante los procesos de formación complementaria virtual del área de Automatización y Control. El ecosistema contribuye a visibilizar y divulgar el conocimiento generado, lo cual ayuda a validar los resultados de los trabajos de investigación de los Grupos GICEMET y ReNuevaTe Ciencia, Tecnología e Innovación en su estrategia de generación de conocimiento en Ciencia, Tecnología e Innovación. Este ecosistema de aprendizaje combina tecnología y metodología para brindar las herramientas necesarias en los procesos de formación complementaria proyectados a impactar la formación Titulada a nivel Técnico, Tecnológico y de Especialización Tecnológica a toda la comunidad académica.

2. Problema de Investigación

El problema de Investigación es:

¿Cómo desarrollar estrategias didácticas activas apoyadas en Tecnología desde los procesos de formación virtual del Centro Metalmecánico que contribuyan a su aprendizaje significativo en áreas técnicas de la Automatización y Control?

El proyecto pretende primero averiguar dónde están los fallos en el sistema actual,

para luego abordar las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo proporcionar los fundamentos teóricos y prácticos que permitan la formulación de proyectos aplicables al desarrollo de productos electrónicos por parte de los estudiantes, fomentando así la conformación e inscripción en los semilleros de investigación?

¿Cuáles son las competencias requeridas que se deben brindar a los aprendices del SENA para evaluar una idea de proyecto de investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e Innovación utilizando un recurso TIC?

¿Cuáles son los criterios que deben tener los aprendices SENA para validar una idea de proyecto de investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e Innovación utilizando un recurso TIC?

¿Cómo aplicar el B – Learning y Modelo PACIE como estrategia articuladora de la práctica pedagógica en el uso de las TIC desde los procesos de formación virtual del Centro Metalmecánico?

¿Qué aspectos se deben incorporar por parte de los aprendices para presentar una idea de proyecto de investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e Innovación utilizando un recurso TIC?.

3. Metodología propuesta

“La metodología empleada corresponde a una investigación Experimental con enfoque empírico analítico, carácter descriptivo y corte transversal y es resultado de la Investigación Doctoral Inclusión tecnológica educativa a través del B-Learning y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Para Diseñar estrategias metodológicas didácticas activas, que permitan generar un proceso de inclusión tecnológica educativa que articule la cooperación y estrategia de dinamización de los procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación desde los Ecosistemas Tecnológicos para la enseñanza de PLC en los Sistemas SCADA y desarrollar un aprendizaje colaborativo desde los semilleros de investigación para la transferencia de conocimientos, estrategias y metodologías que permiten la producción y divulgación científica en el SENA aplicando el B-Learning y el Modelo Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-Learning PACIE” (Cárdenas, Salazar, & Ruiz, 2018, p. 14), se utilizó como Red Social el Canal de comunicación WhatsApp para mensajería instantánea y chat grupos de formación Virtual de los cursos virtuales del Área de Automatización y Control a través de los siguientes cursos: Introducción a sistemas de automatización, Servicios de automatización, Funcionamiento de máquinas eléctricas rotativas, Bombas rotativas mecánicas, Bombas lineales mecánicas, diseño de productos electrónicos con microcontroladores, PLCI (Controladores Lógicos Programables I), Aplicaciones de los PLC en la automatización de procesos industriales y Electrónica digital secuencial.

Los principales componentes del ecosistema son el Ambiente Virtual de Aprendizaje Blackboard (<https://senavirtual.edu.co>) y un conjunto de herramientas web2.0 tales como Blogger (servicio de publicación de blogs de Google) el cual permitió la implementación de los Edublogs: Edublog PLC para Controladores Lógicos Programables (Cárdenas, 2013), Edublog Circuitos Eléctricos (Cárdenas, 2007) para Circuitos Eléctricos, Electrónica Análoga y Electrónica Digital), Edublog Microcontroladores (Cárdenas, 2011) también con apoyos para Redes y Telecomunicaciones), Edublog Proyecto de Grado para los Proyectos para los semilleros de Investigación y proyectos de grado (Cárdenas, 2010a), Blog Basura Electrónica, (Cárdenas, 2010b)); YouTube (Canal para la elaboración de videos explicativos y tutoriales como Lógica Digital PLC, Diseño de Programas PLC utilizando temporizadores, Tutorial

HMI control de nivel tanque CoDeSys desde cero, Inducción programa Control de Nivel CoDeSys, Bienvenida y Contextualización Aplicación de los PLC en la Automatización de Procesos Industriales, Diseño de Pantallas HMI, Magnitudes Eléctricas, Tutorial CoDeSys v2 3 interfaz HMI Primer programa, PLC y Pantallas HMI, Programación en ZelioSoft compuerta XOR simulando automatización de luces conmutada, Scribd para publicación de las Guías de Aprendizaje y otros Recursos (disponible en el Edublog PLC), ISSUU (disponible en el Edublog Circuitos Eléctricos para el descargue de E-Books de apoyo productos del Proyecto). A continuación, se presentan los aspectos básicos tenidos en cuenta en el para la enseñanza de los cursos virtuales del Área de Automatización y Control a través de los siguientes cursos: Introducción a sistemas de automatización, Servicios de automatización, Funcionamiento de máquinas eléctricas rotativas, Bombas rotativas mecánicas, Bombas lineales mecánicas, diseño de productos electrónicos con microcontroladores, PLCI (Controladores Lógicos Programables I), Aplicaciones de los PLC en la automatización de procesos industriales y Electrónica digital secuencial.

PPP (Presentación – Práctica – Producción), es un modelo de planificación de clases que se vale de la metodología deductiva, la cual se centra en el proceso enseñanza – aprendizaje.

La plantilla PPP consta de los siguientes elementos (Cárdenas, 2014), que a continuación se describen:

- Actividad de acercamiento (Romper el Hielo): el propósito es motivar a que los estudiantes ingresen a un clima de cordialidad y disposición hacia los diferentes momentos que provee el desarrollo del proceso enseñanza – aprendizaje.
- Presentación (objetivos y contenidos): se pretende informar los objetivos de la clase al estudiante, estimular el recuerdo de aprendizajes previos y de presentación de los contenidos que se van a aprehender en la clase (conocimientos). Para tal fin se utilizan: conferencias, lecturas, actividades, proyectos, multimedia y otros. Incluye información detallada como rúbricas en los proyectos. También es el momento para generar expectativas, instrucciones y línea de tiempo.
- Práctica (aplicar lo que se acaba de aprender): es el momento para que el estudiante practique en clase lo que acaba de conocer, de aprehender y también donde recibe retroalimentación permanente del docente, como acción inmediata a las dudas que plantea el estudiante dentro del salón o aula de clase.
- Producción (trabajo personalizado del estudiante que es evaluado): momento para el trabajo independiente, donde el estudiante manifiesta su autonomía y capacidad de transformación de realidades a partir de los conocimientos aprehendidos y que, al ser presentados al docente, son evaluados.
- Tarea: es el momento que se desarrolla por fuera del salón de clase y es de reforzamiento. Mediante la tarea el estudiante tiene la oportunidad de internalizar los conocimientos y proyectar sus posibles aplicaciones.

La Tabla 1, presenta la combinación del Modelo PACIE y el B-Learning para el aprendizaje aplicando la plantilla PPP (Presentación – Práctica – Producción). La primera Columna muestra los componentes del Modelo PACIE, las siguientes tres columnas muestran el B-Learning aplicado presencialmente (tiempo real Síncrono desde WhatsApp o Blackboard Collaborate), virtual y la actividad propuesta, la última columna presenta el RAP Resultado de Aprendizaje de cada componente PACIE.

Tabla 1 Caso Combinación del Modelo PACIE y el B-Learning para la enseñanza virtual del Centro Metalmecánico SENA Distrito Capital

PACIE	Presencial	Virtual	Actividad	RAP
Exposición (Introducción)	Saludo y Bienvenida, Explicación Magistral de los recursos a emplear en el curso (Sesión 1 Videoconferencia en Línea)	Ingreso a la página http://senavirtual.edu.co Edublogplc http://edublogplc.blogspot.com Conocer el campus virtual e identificar la estructura de trabajo diseñada en proceso de aprendizaje	Actividades de Inducción “Sondeo Conocimientos Previos” Participación Foro Social Actualización Ficha de Matrícula Solución en Línea cuestionario Evaluación 1	RAP 1. Comprender la importancia de la implementación de los PLC en soluciones de calidad para procesos industriales.
Exposición	Orientación PLC y Pantallas HMI, Visualización de video y explicación de Temática (Sesión 2 Videoconferencia en Línea)	Ingreso a la página http://senavirtual.edu.co Edublogplc http://edublogplc.blogspot.com PLC y Pantallas HMI, socialización actividades calificables Unidad 2 y participación en el foro temático con rúbrica TIGRE.	Actividad de Mediación Tecnológica, donde el estudiante Aprenderá a utilizar herramientas tecnológicas para realizar su participación en el Foro Temático con Rúbrica TIGRE y el Taller de aplicación de la Temática	RAP 2. Realizar un sistema de visualización Industrial para operarios con o sin conocimientos en la programación de PLC. decimal a binario y viceversa
Rebote	Orientación sobre los OVAS para Diseño de Pantallas HMI mediante la simulación y uso de software propuesto para el curso (Sesión 3 Videoconfe	Ingreso a la página http://senavirtual.edu.co Edublogplc http://edublogplc.blogspot.com Realizar Diseño de Pantallas HMI con el Software propuesto para Control de Nivel con Interfaz HMI	Desarrollar Solución del Taller Programa de Control de Nivel con Interfaz HMI realizando escalabilidad, visualización de entradas y salidas Analógicas y Digitales	RAP 3. Establecer los aspectos básicos en la realización de pantallas HMI.

	rencia en Línea)	utilizando la visualización de señales análogas y digitales		
Construcción	Como refuerzo al Tema propone la elaboración del programa del sistema de Control de Nivel utilizando otros Lenguajes de programación del PLC diferentes a la solución anterior (LD, BDF, GRAFCET, SCRIPT)	Explicación a través de videotutoriales en el Edublogplc http://edublogplc.blogspot.com para la construcción de una Control de Nivel con Interfaz HMI utilizando la visualización de señales análogas y digitales otro de los lenguajes de programación del PLC (LD, BDF, GRAFCET, SCRIPT)	Observe el siguiente link para la instalación paso a paso del software de simulación http://edublogplc.blogspot.com/p/plc-y-sistemas-scada.html Realizar el Programa Control de Nivel con Interfaz HMI utilizando la visualización de señales análogas y digitales otro de los lenguajes de programación del PLC (LD, BDF, GRAFCET, SCRIPT)	RAP 3. Establecer los aspectos básicos en la realización de pantallas HMI.
Comprobación	Se realiza el taller de conocimientos conceptual de Comunicaciones Industriales (Sesión 4 Videoconferencia en Línea)	Explicación magistral por parte del instructor de los recursos a emplear para presentar evidencia de conocimiento, a través de Mapas Mentales o Conceptuales.	Realización de un Mapa Mental o Conceptual Comunicaciones Industriales Foro Evaluación (Cada aprendiz debe realizar la valoración y comentario justificado de criterios presentados en la secuencia de apertura)	RAP 4. Conceptualizar ventajas y datos de operatividad en las redes industriales en los sistemas SCADA
Evaluación	Realización de instrumento de evaluación de conocimiento a través de la plataforma Virtual Blackboard Plan de Mejoramiento para aprendices con bajo rendimiento.			RAP 4. Conceptualizar ventajas y datos de operatividad en las redes industriales en los sistemas SCADA.

Fuente : Elaboración propia

4. Resultados

El desarrollo de este proyecto permitió el desarrollo de Recursos Educativos Digitales que han facilitado el aprendizaje significativo de los aprendices de los cursos virtuales contribuyendo al aprendizaje significativo de los aprendices adscritos a ellos como es el caso de los cursos Bombas rotativas mecánicas, Bombas lineales mecánicas,

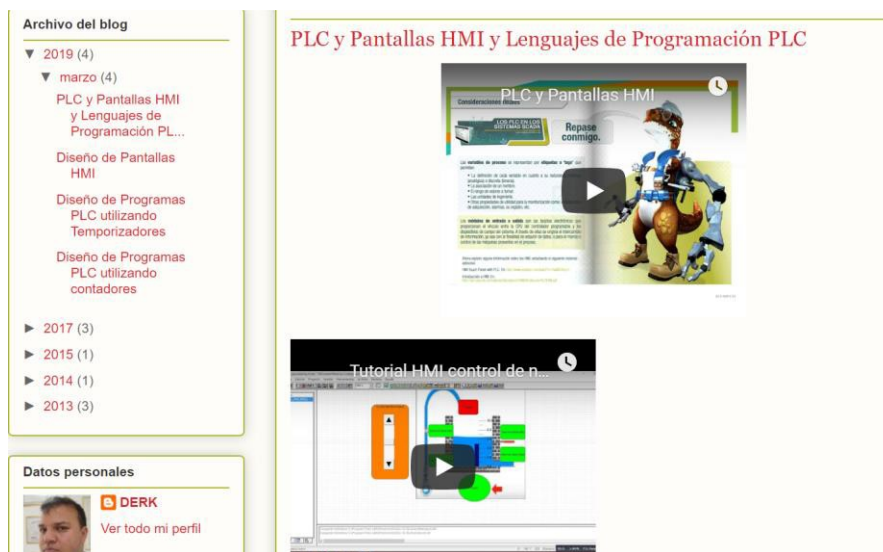
diseño de productos electrónicos con microcontroladores, PLCI (Controladores Lógicos Programables I), Aplicaciones de los PLC en la automatización de procesos industriales y Electrónica digital secuencial, cuyo nivel de complejidad técnica requieren de estrategias didácticas activas mediadas por TIC y en los cuales se presentaban bajos niveles de certificación y altos índices de deserción han permitido cambiar este comportamiento alcanzando niveles de certificación entre el 25 y 40%, frente a los que se tenían sin aplicarlos que eran del 10%. Uno de los Recursos Educativos Digitales realizados es el EdublogPLC como se presenta en la Imagen 1 (Cárdenas, 2013), podcast Motivacionales y de apoyo al tema realizados en SoundCloud (ver Tabla 2) y videos tutoriales en los canales de Vimeo y YouTube como muestra la Imagen 2. (Ver Tabla 3).

Imagen 1. Edublog PLC



Fuente: Elaboración propia

Imagen 2. Videotutoriales de Nivelación incorporados en el Edublogplc



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Podcast de Audios como apoyo al aprendizaje de los PLC en los Sistemas SCADA.

Nombre del audio	Año	Enlace Ubicación Evidencia
Explicación programa CoDeSys v2.3	017	https://soundcloud.com/user-941356779/explicacion-programa-codesys
Tutorial Programa control de nivel tanque CoDeSys con HMI	017	https://soundcloud.com/user-941356779/tutorial-programa-control-de

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Videotutoriales como apoyo al aprendizaje de los PLC en los Sistemas SCADA.

#	Contenido Multimedia	Año	Detalles	
1	Programación en ZelioSoft compuerta XOR simulando automatización de luces conmutada	018	2 Otro	https://youtu.be/qQRoLbgTEN_A
2	Diseño de Programas PLC con Temporizadores Sesión 3 Línea marzo 4 de 2019	019	2 Otro	https://vimeo.com/321578262
3	Contadores Electrónica Digital Secuencial sesión en Línea 3 SENA	017	2 Otro	https://youtu.be/iOKj9NiOSNY
4	Diseño de Programas PLC utilizando Contadores y explicación Rúbrica TIGRE	019	2 Otro	https://youtu.be/hLAIQJISoQ4
5	PLC y Pantallas HMI	019	2 Otro	https://youtu.be/UZnJQksJNfg
6	SEMÁFORO en ZelioSoft En BDF ciclo Rojo 6, Amarillo 2, Amarillo - Verde 5 y repite	018	2 Otro	https://youtu.be/uyfT_9ZpJAY
7	Tutorial Codesys v2 3 interfaz HMIPrimer programa	018	2 Otro	https://vimeo.com/327365378
8	Realizar gráficas en línea con geogebra	017	2 Otro	https://youtu.be/QLIRgOIIBCI
9	Tutorial HMI control de nivel tanque CoDeSys desde cero	017	2 Otro	https://youtu.be/EEZ8UM0gmu_s
10	Diseño de Pantallas HMI	019	2 Otro	https://youtu.be/cWFhz4-UM6s

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

- El desarrollo de Recursos Educativos Digitales para el ecosistema Tecnológico del área de Automatización y Control del Centro Metalmecánicos SENA Distrito Capital que han facilitado el aprendizaje significativo de los aprendices de los cursos virtuales y su divulgación para que sean utilizados por instructores de otros centros de formación del país como herramientas complementarias y de apoyo para la orientación de sus cursos virtuales y presenciales en todos los niveles de formación (Tecnológico, Técnico y Complementario).

- Gracias al desarrollo de los Recursos Educativos Digitales, y el acompañamiento realizado a partir de la articulación del B-Learning y Modelo PACIE se logró evidenciar

la facilidad en que los aprendices del curso Los PLC en los sistemas SCADA pueden desarrollar una interfaz gráfica que permite la comunicación entre el programa desarrollado bien sea en Lenguaje Ladder, BDF, Script o GRAFCET, permitiendo visualizar fácilmente el comportamiento del sistema a implementar el PLC, manejando las diferentes herramientas que se utilizan en la programación de PLC, realizando una práctica aplicada de todos los conocimientos adquiridos durante el curso, comprobando el comportamiento del sistema diseñado mediante simulaciones, asegurándose que la lógica analizada, diseñada e implementada cumpla los requerimientos del problema planteado.

- A pesar de que el diseño de esta investigación se enmarca en las teorías del constructivismo, se orientaron algunos procesos hacia el enfoque socioformativo para enfatizarse en la formación por competencias, en especial para el aprendizaje de PLC en los Sistemas SCADA en el marco del pensamiento complejo, a través de los recursos educativos digitales y actividades desarrolladas.

- Desde el punto de vista pedagógico y tecnológico se pudo demostrar que la combinación del Modelo PACIE y el B-Learning para el aprendizaje de caso de los cursos Bombas rotativas mecánicas, Bombas lineales mecánicas, diseño de productos electrónicos con microcontroladores, PLCI (Controladores Lógicos Programables I), Aplicaciones de los PLC en la automatización de procesos industriales y Electrónica digital secuencial, aplicados a los aprendices de formación virtual del Centro Metalmecánico SENA distrito Capital durante los años 2017, 2019 y 2019, desarrolló a satisfacción sus competencias necesarias para proyectar mejoras de máquinas y procesos según requerimientos y alcances definidos.

- Según el análisis de las autoevaluaciones realizadas por los aprendices durante los procesos de formación complementaria virtual PLC en los Sistemas SCADA se pudo concluir que el uso de podcast de audio en SoundCloud motivacionales y resúmenes de las sesiones en línea enviados a través del Canal WhatsApp y correo electrónico, sumado los recursos Web 2.0 desarrollados que pueden ser consultados de manera sencilla desde sus dispositivos móviles y computadores, fueron las herramientas de mediación más exitosas que contribuyeron a logro de aprendizaje significativos disminuyendo los índices de deserción y aumentando el porcentaje de aprendices certificados a niveles del 35y 40% de los matriculados, mientras que antes de usar esta estrategia eran del orden del 10 al 15%.

6. Referencias

- Camacho, P. (2009). Metodología PACIE. [Documento en línea] Recuperado: http://vgcorp.net/pedro/?page_id=20
- Cárdenas, R. López, M. & Agudelo, J. (2015). Blearning en los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico del semillero Biometría del SENA Regional Caldas. En Editorial CORDESEC. Manizales.
- Cárdenas, R. (2007). Edublog Circuitos Eléctricos. Disponible en: <http://www.edublogcircuitosac.blogspot.com/>.
- Cárdenas, R. (2010a). Edublog Proyecto de Grado. Disponible en: <http://edublogproyectodegrado.blogspot.com/>.
- Cárdenas, R. (2010b). Blog Basura Electrónica. Disponible en: <http://basure-waste.blogspot.com/>.
- Cárdenas, R. (2011). Edublog Microcontroladores. Disponible en: <http://edublogmicros.blogspot.com/>.
- Cárdenas, R. (2013). Edublog PLC. Disponible en: <http://edublogplc.blogspot.com/> Cárdenas, R. (2014). Guía de aprendizaje gestión de mantenimiento-2051640. Disponible en: <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Guia-N-1-Estrategias-Pedagogicas/2623722.html>
- Cárdenas, R. (2016). Informe de Gestión Líder SENNOVA. Manizales.
- Cárdenas, R. (2016). Diseño de filtros activos mediante el uso de TIC. En Editorial Universidad Central y Ed&TIC. El uso educativo de las TIC. (221 – 232). Bogotá. Editorial Universidad Central y Ed&TIC.

- Cárdenas, R. (2017). Inclusión tecnológica educativa a través del B-Learning y las tecnologías de información y comunicación (TIC). En Editorial Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la educación y el desarrollo. Memorias CIMTED Séptima Edición COINCOM 2017 VI Congreso Internacional sobre Competencias Laborales COINCOM 2017. (801 - 818). Cartagena. Editorial Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la educación y el desarrollo.
- Cárdenas, R., Ruiz, J. & Ruiz, C. (2018). Aprendizaje colaborativo NTIC de ciencia, tecnología e innovación desde los semilleros de investigación en programas tecnológicos. En Editorial Corporación CIMTED. Tecnología e Innovación + Ciencia e Investigación en América Latina, (10 – 25). Medellín, disponible en: <http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2017/01/Tecnolog%C3%ADa-e-innovaci%C3%B3n-libro-citici2018.pdf>.
- Cárdenas, R. (2019). COLCIENCIAS Cvlac Rubén Darío Cárdenas Espinosa, disponible en: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001343696
- Espinosa, R. (2015). Blearning en la formación del SENA. Revista Rutas de formación: Prácticas y Experiencias, (1), (44-51).
- Espinosa, R. (2018). Tecnologías de Información y comunicación desde la virtualidad para la formación en investigación aplicada e innovación “caso semilleros de investigación en los programas tecnológicos Universidad de Caldas”. Revista Hamut’ ay, 5(1), (105-117).
- Espinosa, R. & Caicedo, L. (2018). Las NTIC en la investigación formativa desde la virtualidad, caso Semillero de Investigación e Innovación E-InnovaCMM del Centro Metalmecánico. Revista Rutas de formación: Prácticas y Experiencias, (7), 100-108.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2013). The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM’13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013) (pp. 565-571). New York, NY, USA: ACM.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems. Science of Computer Programming, 129, 20-34. doi:10.1016/j.scico.2016.03.010
- García-Peñalvo, F. J. (2008). Docencia. In J. Laviña Orueta & L. Mengual Pavón (Eds.), Libro Blanco de la Universidad Digital 2010 (pp. 29-61). Barcelona, España: Ariel.
- García-Peñalvo, F. J. (2015). Inteligencia Institucional para la Mejora de los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje. Retrieved from <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/406>
- García-Peñalvo, F. J. (2016a). Ecosistemas de Aprendizaje Adaptativos. Retrieved from <https://goo.gl/RCntka>
- García-Peñalvo, F. J. (2016b). ¿Son conscientes las universidades de los cambios que se están produciendo en la Educación Superior? Education in the Knowledge Society, 17(4), 7-13. doi:10.14201/eks2016174713
- García-Peñalvo, F. J. (2016c). Technological Ecosystems. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 11(1), 31-32. doi:10.1109/RITA.2016.2518458
- García-Peñalvo, F. J. (2017a). Ecosistemas Tecnológicos: Innovando en la Educación Abierta. Retrieved from <https://goo.gl/zRma4d>
- García-Peñalvo, F. J. (2017b, 18/05). El (des)gobierno de las tecnologías de la información en las universidades. Retrieved from <https://goo.gl/xmQVZD>
- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo-Vega, J. A. (2010a). Open knowledge management in higher education. Online Information Review, 34(4), 517-519.
- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo-Vega, J. A. (2010b). Open knowledge: Challenges and facts. Online Information Review, 34(4), 520-539. doi:10.1108/14684521011072963
- García-Peñalvo, F. J., & García-Holgado, A. (Eds.). (2017). Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems. Hershey PA, USA: IGI Global.
- García-Peñalvo, F. J., Hernández-García, Á., Conde-González, M. Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Alier-Forment, M.
- Llorens, F. (2009). La tecnología como motor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante. Arbor, 185(Extra), 21-32

Portal Multimedia interactivo para promover el ecoturismo responsable en Boyacá

Nairo Julián Rodríguez Ballesteros

SENA Centro Industrial De Mantenimiento y Manufactura, Sogamoso - Boyacá, Colombia

Narodriguezb@sena.edu.co

Erika María Plazas Mora

SENA Centro Industrial De Mantenimiento y Manufactura, Sogamoso - Boyacá, Colombia_

Emplazas@sena.edu.co

Daniel Fernando Lázaro Meléndez

SENA Centro Industrial De Mantenimiento y Manufactura, Sogamoso - Boyacá, Colombia_

dlazarom@sena.edu.co

Resumen

Teniendo en cuenta la necesidad de desarrollar estrategias alineadas con el interés común de conservación y uso de los recursos naturales, el “Portal multimedial interactivo para promover el ecoturismo responsable en Boyacá”, le aporta de manera significativa al cumplimiento de la implementación de un plan de manejo de las áreas protegidas en el departamento de Boyacá, participando activamente en el desarrollo sostenible de la región y articulando diferentes sectores económicos alineados a un fin de explotación comercial. De acuerdo al Plan de ordenamiento ecoturístico realizado por la “Corporación Autónoma Regional Boyacá CORPOBOYACA”, promueve el ecoturismo mediante el cual se planifica el desarrollo del ecoturismo responsable en un área protegida.

El desarrollo del portal multimedial esta soportado sobre un modelo de articulación de actores del turismo figura 1, el cual tiene como propósito integrar de manera sistemática diferentes tecnologías de desarrollo digital (Big data, transformación digital e industrias creativas) con los actores directos que intervienen en el sector turismo (Turistas, gobierno, operadores turísticos y comunidad), con el fin de crear una comunicación directa y asertiva la cual permita responder de forma rápida a los requerimientos dinámicos de este sector.

Parte del modelo de actores del turismo esta soportado por la caracterización del patrimonio material e inmaterial de la región. Aprovechando la experiencia y pertinencia de Corpoboyacá la cual ha adelantado estudios de delimitación de zonas protegidas de ecosistemas paramunos, identificando senderos permitidos, capacidad portante, sitios de interés turístico, tipos de fauna y flora, se toman como entrada dentro del modelo como patrimonio material y sobre éste se desarrolla el modelo con la integración de las diferentes tecnologías nombradas anteriormente.

A partir de estas directrices, se propone la implementación de alternativas tecnológicas que permitan a las comunidades locales y comunidad en general conocer y apropiarse de los diferentes ecosistemas de conservación, a través de experiencias digitales que permitirá difundir, interactuar y compartir información ecológica, biológica y ambiental de los diferentes ecosistemas paramunos. La experiencia digital del portal propuesto facilita las practicas ecoturísticas a partir de la inmersión del mundo real en un mundo virtual, que facilita el contacto con el entorno sin intervenirlo o afectarlo, generando posibilidades de desarrollo y la exploración de sensaciones frente a la importancia de los recursos naturales y su biodiversidad.

Este proyecto generará cambios al ecoturismo que se utilizará como una alternativa para

activar la economía de las comunidades, buscando que sus actores cambien sus dinámicas económicas frente a la generación de nuevas alternativas amigables con el medio ambiente. La activación del turismo en estas zonas a partir del impacto, permitirá el surgimiento de novedosas unidades productivas alineadas con los objetivos de conservación y responsabilidad frente a la explotación de los ecosistemas.

Palabras clave

Conservación, desarrollo sostenible, ecoturismo, fauna, flora, portal multimedial.

1. Justificación del problema

Los páramos son ecosistema de montañas, ubicados a lo largo de la cordillera de los andes y la sierra nevada de santa Martha. El 99% de los páramos se encuentran en la cordillera de los andes desde Venezuela hasta Colombia pasando por el ecuador. Colombia cubre cerca de un 49% de los páramos del mundo, siendo esto el 2,6% de la superficie del país. En cuanto a representatividad en ecosistemas paramunos, Boyacá presenta la mayor extensión del país con un 18,3% del total nacional, actualmente se han delimitado 34 paramos los cuales se encuentran en el Sistema Nacional de Parques Protegidos (Rangel, O. 2000).

En estos páramos habitan comunidades campesinas e indígenas que realizan actividades de agricultura y ganadería, que han generado fuertes alteraciones en la dinámica natural e impactos sobre la biodiversidad, el suelo y agua. Así mismo los páramos han sido impactados por la creciente actividad minera, que junto a la agricultura y la ganadería han sido las principales causas de la degradación del ecosistema paramuno.

Teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente, surge la siguiente interrogante como determinación de este proyecto. ¿Con este portal multimedial interactivo se podrá promover el ecoturismo en los municipios aledaños a las zonas paramunas y así mismo impulsar el desarrollo de actividades económicas sostenibles que aporten a la conservación de este ecosistema?

2. Metodología

Para el desarrollo y ejecución de este proyecto se utilizará la Metodología del Marco Lógico, establecida en las fases de Análisis, planeación, ejecución puesta a punto y evaluación. Enfatizándonos en la orientación de los objetivos.

- Fase Análisis.

Establecer objetivos como recursos para promoción del turismo responsable (ecoturismo) en el sendero del parque natural Siscunsi – Ocetá mediante un análisis directo de los involucrados.

- Fase de planeación formulación del proyecto

Determinar plan de trabajo y definir ejecución presupuestal. Se establece el cronograma de trabajo con el fin de definir actividades claves del proyecto además de la recopilación y revisión de la información suministrada por la entidad aliada Corpoboyacá.

- Fase de Ejecución.

Desarrollo de las actividades planeadas para la ejecución del proyecto.

- Fase de Puesta a punto y evaluación.

Publicación del portal y la aplicación móvil ajustada al modelo de articulación de actores con el uso de herramientas tecnológicas. Se utilizará la metodología de mejora continua para asegurar la calidad del funcionamiento de las herramientas tecnológicas.

3. Resultados

De acuerdo a las investigaciones realizadas por Corpoboyacá se tomó como referencia el parque natural Siscunsi Ocetá, puesto que este se encuentra caracterizado por el Plan de ordenamiento ecoturístico figura 1, delimitando zonas protegidas, senderos permitidos, inventario de lagos, lagunas y otros sitios de interés turísticos. Dicho estudio soporta el desarrollo del modelo de integración de actores y permite articular el patrimonio material de esta zona con diferentes herramientas digitales.

Figura 1. Modelo de articulación de actores del turismo.



Fuente: Elaboración propia.

El modelo de integración de actores tiene como objetivo minimizar los problemas de actualmente surgen en el sector turístico rural, debido en gran parte por la desarticulación de los actores que intervienen en esta industria. Por lo anterior el modelo incluye el aprovechamiento de las industrias creativas (audio visual, diseño, actos culturales, etc.) como herramienta fundamental para promover la identidad cultural y soportar el desarrollo de las diferentes tecnologías digitales (Portal multimedial y APP).

Con el fin de unificar la imagen corporativa del portal multimedial y de la APP se desarrolló un manual de identidad corporativa, en el cual se puede visualizar la integración de colores, tipo y tamaño de letra, así como el logo de la aplicación.

El diseño del logo está basado en la especie nativa más distintiva del páramo (Frailejón) la cual se muestra encerrada por un círculo verde representado la protección que se busca a este tipo de ecosistema, Inmerso dentro de la figura del frailejón se hace alusión a una especie endémica del páramo (Venado Cola blanca), el color verde es alusivo a la diversidad de flora de las zonas paramunas, el café es alusivo a la integración de tierra y el azul es alusivo al elemento agua y aire. Los cinco puntos rojos son alusivos al fruto del frailejón y a la armonización y equilibrio que debe existir entre el ecosistema montañoso con los otros ecosistemas (Marino, Agua dulce, desértico, forestal y artificial). El nombre de la APP fue inspirado en el nombre científico del frailejón (Espelieta) Figura2.

Figura 2. Creación de logo.



Fuente: Elaboración propia.

Para lograr una expresión coincidente y coherente de la identidad para el proyecto se estableció el manual de identidad corporativa Figura 3, donde se describe el uso del conjunto de elementos de identificación y criterios de estilo que se han definido para el micro sitio y la aplicación. Todo esto con el objetivo de garantizar la correcta aplicación del logotipo y su simbología, junto con la coherencia de su expresión en todo tipo de soportes a utilizar en el material gráfico y audiovisual.

Figura 3. Manual de identidad corporativa



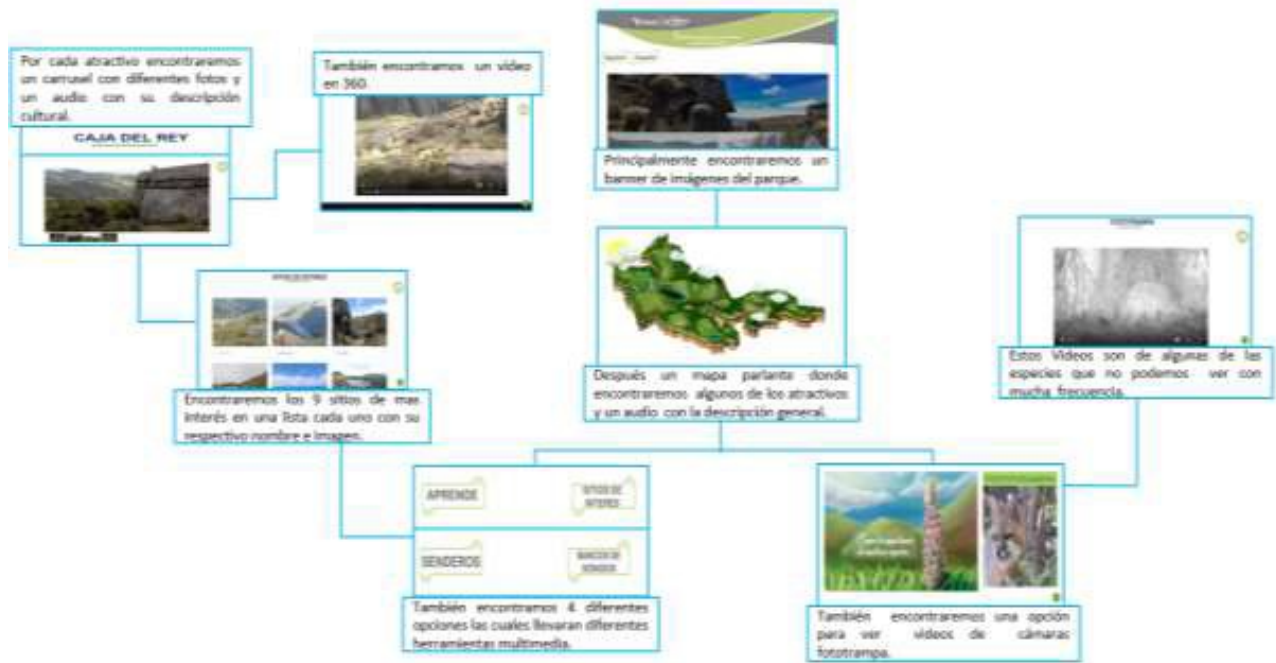
Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo del sitio web se diseñó bajo la premisa de simplicidad y practicidad para lograr una experiencia agradable para el usuario, se caracterizó el flujo de comunicación figura 4 necesario entre los diferentes actores del sector turístico para integrarlo en la plataforma WEB, garantizando un sistema de comunicación informativo, asertivo y dinámico.

La figura 4, Muestra la estructuración de la información más relevante que contiene el micro sitio web. Allí está alojada datos sobre la fauna y flora encontrada en los ecosistemas paramunos, junto con la descripción, fotos (efecto parallax), animaciones 3D y videos 360° de los sitios de interés.

La programación del portal se está trabajando en Lenguaje de Marcas de Hipertexto (HTML), ya que el contenido de la página no requiere de una secuencia lógica, esta programación que se está utilizando es visual por lo cual se trabaja un lenguaje embebido Java Script todo esto sobre el editor de texto Sublimetext.

Figura 4. Diagrama de flujo de información del micro sitio web.



Fuente: Elaboración propia.

La Aplicación móvil se desarrolló como una herramienta de interacción, donde permite los usuarios conocer y acceder a información de interés actualizada y detallada del parque natural siscunci – Ocetá. La aplicación facilita la integración de la comunidad, de los operadores turísticos y de los turistas con iniciativas económicas que impulsan la economía de las zonas aledañas al ecosistema paramuno, entre ellas está (Gastronomía ancestral, turismo religioso, avistamiento de aves, fotografía, prácticas académicas, senderismo, paseo a caballo, entre otros), figura 5.

Otra funcionalidad es que el usuario puede buscar la localización de este lugar mediante la visualización de la delimitación de los senderos permitidos por medio de la revisión de un mapa detallado del sitio y del mismo modo recibir las recomendaciones de seguridad. Como parte funcional el usuario puede registrar su experiencia en campo del lugar y así mismo realizar comentarios de información compartida por otros usuarios.

El desarrollo de la aplicación móvil se realizó mediante el programa Android-Studio, ya que esta es una plataforma abierta con el lenguaje de programación Java, que facilita la integración de diferentes herramientas digitales.

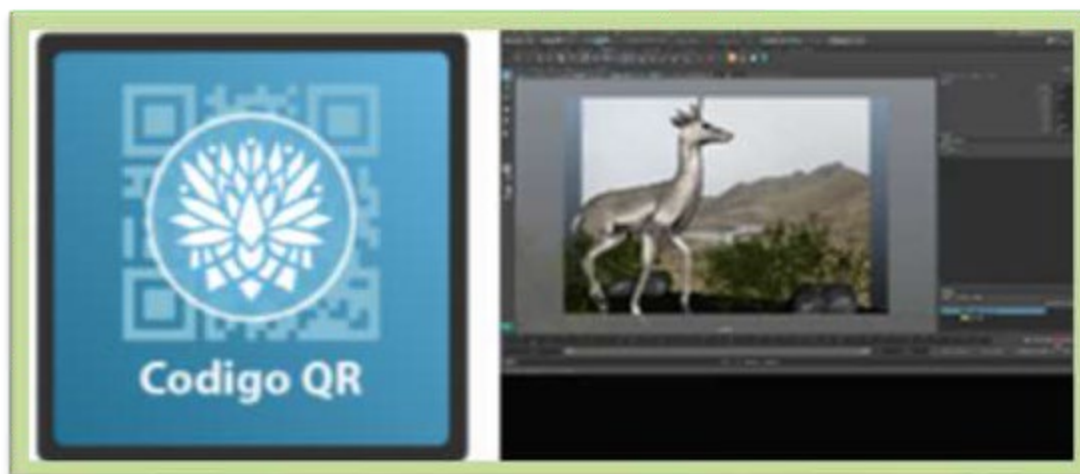
Figura 5. Vistas de la aplicación web.



Fuente: Elaboración propia.

Para garantizar una experiencia interactiva la aplicación le brinda al usuario la posibilidad mediante marcadores ubicados sobre los senderos y por lector de código QR, ejecutar videos informativos en primera persona de la flora y la fauna más representativas del ecosistema, FIGURA 6, promoviendo mensajes de conservación del ecosistema.

Figura 6. Vistas del lector de código QR.



Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

El patrimonio material del ecosistema paramuno de Boyacá, es un factor clave para soportar el desarrollo de un modelo de integración de actores enfocado en turismo responsable.

La comunicación asertiva y fluida entre los diferentes actores del sector ecoturístico se debe convertir en la principal tarea, para afianzarla en un modelo de integración de actores, facilitando la agilidad de respuesta de las necesidades cambiantes y dinámicas de este tipo de sector.

Se identificó y delimito la ruta y los puntos clave para el registro audiovisual, esto permite trazar el plan de trabajo para la toma de material gráfico.

La aplicación y la página web se proyecta como herramientas interactivas, donde el usuario accede al material gráfico mediante la interacción Inmersiva.

5. Referencias

- Lombardero, L. (2015). Trabajar en la era digital: tecnología y competencias para la transformación digital. LID Editorial.
- Pérez, M. D. L. L. C. (2014). Ciudades inteligentes y ambientes de comunicación digital. Global Media Journal México, 11(22).
- Rangel, O. 2000. Síntesis Final: Visión Integradora sobre la región del páramo. Colombia diversidad biótica III. La región de vida paramuna p. 787
- Sarmiento, C. y Ungar P. (Eds.). 2014. Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1:25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán – Berlín Departamentos de Santander y Norte de Santander. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- W. Medina, Macana García F. Sánchez, 2015 [Aves y mamíferos de bosque alto andino-páramo en el páramo de Raba

Fotogrametría como herramienta de preservación visual de fauna endémica colombiana en estado de amenaza presente en el departamento de Antioquia.¹

Salomé Gómez Atehortúa

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Semillero ITADIR, Colombia.
sgomez713@misena.edu.co

Juliana Silva Bolívar

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Grupo de investigación GIGAT, Semillero ITADIR, Colombia.
julisilva_87@misena.edu.co

Gabriel Jaime Silva Bolívar

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Grupo de investigación GIGAT, Semillero ITADIR, Colombia.
gsilva42@misena.edu.co

Leidy Yuliana Arenas Becerra

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Grupo de investigación GIGAT, Semillero ITADIR, Colombia.
lyarenas9@misena.edu.co

Yuliana Andrea Areiza Rico

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), Colombia.
yareiza@sena.edu.co

Resumen

En nuestros tiempos, observamos cambios acelerados en los ecosistemas de todo el planeta producto del cambio climático (Pecl, 2017), la pérdida de especies por extinción se hace normal e inevitable, con amenaza de incremento acelerado en sus cifras (Urban, 2015). El trabajo de las colecciones es recolectar las especies para su posterior conservación, dejándolas disponibles para estudios. Sin embargo, al sumergirlas en los químicos necesarios, la pérdida del color y textura, constituyen un problema para el análisis. Una solución es registrar estas características a partir de fotografía o texto en libros taxonómicos o videos. Pero, la visualización de los organismos no es completa, dado que en libros taxonómicos se presentan dibujos o fotos en baja resolución, así que la información que vemos es parcial, no permitiendo apreciar su morfología completa.

Es así como nace la idea de implementar las tecnologías actuales para solucionar el problema de preservar estos organismos, permitiendo capturas tridimensionales de los organismos, donde el resultado final es una copia idéntica del mismo, dando como resultado la apreciación total de su morfología y color (Evin, 2016). La técnica seleccionada para esta investigación es la fotogrametría, como disciplina encargada de calcular las dimensiones y posiciones de los objetos en el espacio a partir de fotografías.

¹ *Fotogrametría como herramienta de preservación visual de fauna endémica colombiana en estado de amenaza presente En el Departamento de Antioquia*. Febrero 16 de 2018. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), Grupo de Investigación en Gerencia y Aplicación de la Ciencia y Tecnología (GIGAT), Semillero de Investigación en integración de Técnicas de

Este artículo, presenta resultados parciales de la aplicación de técnicas de fotogrametría como herramienta tecnológica para la preservación visual tridimensional de organismos biológicos, enfocándose en especies de fauna endémica colombiana, presentes en el departamento de Antioquia; con algún estado de amenaza de extinción para sus poblaciones, mostrando como primera aproximación, el levantamiento morfológico de un escarabajo Hércules y un escarabajo rinoceronte disecados.

Palabra claves

Fotogrametría; Colecciones Biológicas; Fauna endémica; Preservación visual; Conservación.

1. Introducción.

Colombia es el segundo país con más biodiversidad a nivel mundial, haciendo parte de los diecisiete países megadiversos del mundo, solo superado por Brasil. Pero en su último informe “Colombia Viva – Informe 2017”, World Wildlife Fund – Colombia, revela que más de la mitad de los ecosistemas del país se encuentran en alarmante deterioro. Según cifras estimadas, cerca del 31% de los ecosistemas han sufrido alguna alteración, siendo la destrucción de hábitats naturales el factor más común; poniendo en riesgo de extinción las 9153 especies endémicas, de las cuales 465 ya se encuentran en estado crítico. (WWF – Colombia, 2017)

En el país se identifican cinco importantes biosferas. Una de las más relevantes se encuentra localizada en la región Andina, debido a que alberga la mayoría de los páramos del país, y de la cual Antioquia hace parte. A pesar de esto, el Instituto Humboldt, encargado de monitorear los recursos biológicos del país, ha encontrado que la biodiversidad colombiana ha tenido una disminución del 18% a 2017. (Humboldt, 2017).

Actualmente, Colombia cuenta con 232 colecciones biológicas debidamente legalizadas, que se encuentran catalogadas como Patrimonio Estratégico de la Nación y son evidencia de la gran riqueza biológica que se encuentra en el territorio colombiano, de acuerdo con el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (SiB Colombia, 2018).

Debido a esta preocupante y creciente situación se busca emplear una solución tecnológica para la conservación, que permita resaltar las características morfológicas y estructurales de especímenes endémicos. En este punto, se identifica desde el Semillero de Investigación en integración de Técnicas de Animación Digital y la Realidad (ITADIR) del Centro de Servicios y Gestión Empresarial SENA Regional Antioquia, la fotogrametría básica de corto alcance desde una visión técnica de uso, como herramienta para crear modelos tridimensionales de alta definición con topología y texturizado correcto; que permitan replicar digitalmente la estructura, morfología y superficies irregulares de la fauna colombiana; centrándose en las poblaciones que se encuentran en riesgo de extinción en el departamento de Antioquia y con réplicas en repositorios institucionales, para luego ser empleados en la base de datos del aplicativo web “ENDDÉ”, formando así una colección biológica digital.

2. Metodología.

La creación de la colección biológica digital, requiere básicamente de dos componentes, el conocimiento de la técnica de fotogrametría y el conocimiento morfológico de las especies a digitalizar. Así, la investigación tiene un enfoque cualitativo donde se busca el

aprovechamiento de las tecnologías digitales en la transformación de las técnicas de preservación tradicional de ecosistemas, con un interés particular en fauna endémica y puntualmente en el levantamiento de imágenes de alta calidad y textura que permitan resaltar las características de los especímenes. Para lograr la captura fotogramétrica de los individuos, se requiere de un sistema de equipos de alta calidad, empleando como mínimo tres anillos de captura de fotografía alrededor del individuo, para lograr obtener los puntos de referencia de 360° de su fisionomía, teniendo en cuenta que la cantidad de anillos varían dependiendo del tamaño del espécimen y la cantidad de detalles que se quiere obtener de este. Así, la creación de la colección biológica se encuentra segmentada en cuatro fases: análisis, clasificación, implementación y divulgación. Donde la primera de estas es permanente a lo largo de todo el montaje de la colección y las tres últimas se requieren por cada espécimen que la integra.

Fase 1 – Análisis

Contextualización del proyecto: Revisión bibliográfica de la aplicación de levantamiento de imágenes digitales en el campo de la biología y los antecedentes del uso de técnicas de fotogrametría como herramienta de preservación visual.

Fase 2 - Clasificación

Selección del espécimen a replicar, sus características principales, especie y el estado del cuerpo a replicar. Establecer el proceso técnico para la adecuada captura fotogramétrica: considerar el equipamiento requerido y su posición, secuencia e intensidad de iluminación para resaltar los detalles y/o características del objeto de estudio; estandarizando el proceso para que pueda ser replicado sin problemas.

Generar el protocolo para el apropiado manejo de los especímenes contando con el apoyo de biólogos especializados, con el fin de garantizar la manipulación adecuada del espécimen, previendo que el uso de la técnica sea lo menos invasiva posible

Fase 3 – Implementación

Realizar la captura fotogramétrica y crear el modelo tridimensional de los especímenes. Evaluación de detalles del modelo tridimensional acorde a las características biológicas del espécimen, por parte de los biólogos, una vez avalada se establece como una entrada para la colección biológica virtual.

Fase 4 – Divulgación

Consignar los datos en la plataforma web.

Distribuir la colección, lo que se traduciría como el lanzamiento de la plataforma web para que el público pueda acceder a la colección biológica virtual.

3. Desarrollo

En la primera fase se llevó a cabo una profunda revisión bibliográfica en bases de datos en búsqueda de artículos, estudios y/o investigaciones relacionadas a la aplicación de la fotogrametría en el campo de conservación y preservación biológica. Sin embargo, fue evidente la innovación de la aplicación ya que no se encontraron precedentes. Las aplicaciones convencionales de la fotogrametría están enfocadas a levantamientos topográficos, arqueología y arquitectura; aunque usos más recientes han permitido la réplica digital de objetos tridimensionales a partir de múltiples tomar fotográficas y un tratamiento digital de imágenes, el cual actualmente es automatizado desde software.

Para un adecuado procesamiento de imágenes y la reconstrucción digital del objeto se identificó que:

- Las imágenes deben tener el mismo formato y una alta resolución gráfica.
- A mayor irregularidad de la topología, se hace necesario un mayor número de fotografías.
- Las zonas con topología compleja requieren de fotos adicionales.
- El uso de fondo debe de ser blanco o en croma verde, para mejorar el contraste de las fotografías.
- La cantidad de cámaras que se requieren está directamente relacionada con el tamaño del espécimen; a mayor tamaño más cantidad de cámaras es necesaria, a menor tamaño del espécimen lo más adecuado es realizar la captura de las fotografías con una sola cámara.
- En cuanto a la iluminación, se ha descubierto que debe ser uniforme y suave, evitando usar las luces directas, para mantener el contraste entre las zonas de sombra y luz, además es probable que se puedan generar zonas quemadas (sobreexpuestas) las cuales el software no las percibe a la hora de realizar el procesamiento y este produce un modelo con fallas.
- Detalles interpuestos, como el cabello o las hojas de un árbol, no pueden ser recreados en el modelo tridimensional mediante la fotogrametría, solo puede ser recreado todo aquello que tenga volumen y pueda ser capturado fotográficamente desde todos sus ángulos y con buen enfoque.
- Se requieren conocimientos elevados en fotografía e iluminación al igual que un buen lente para lograr modelos de alta calidad mediante configuraciones manuales, dado que los resultados de estos dependen de la calidad de las fotos.
- La captura fotogramétrica de organismos vivos resulta poco viable y de bajo interés científico dados los movimientos que realiza el espécimen al momento de la captura fotográfica, lo que no permite apreciar en una pose adecuada todas sus características.

Una vez definidas todas las consideraciones técnicas para el uso de la fotogrametría, se procedió a realizar una serie de experimentos en el Laboratorio de Animación del Centro de Servicios y Gestión Empresarial CESGE del SENA Medellín, por parte de aprendices, investigadores e instructores asociados al Semilleros ITADIR, para la validación de la aplicación y el análisis de los modelos tridimensionales obtenidos tras el procesamiento del software fotogramétrico, cuyos análisis permitan consolidar la interacción con repositorios taxonómico especializado y materializar alianzas con grupos de investigación y universidades que vislumbren el potencial de la aplicación y aporten con sus conocimientos biológicos al perfeccionamiento de los modelos y la conformación de una colección biológica virtual.

Actualmente, la investigación se encuentra en curso. Dentro de los resultados más relevante se encuentran los levantamiento digitales de dos insectos disecados: un escarabajo Hércules y un escarabajo rinoceronte, los cuales validaron con éxito la aplicación y a partir de los cuales se procede a la realizando de alianzas con repositorios taxonómicos para tener acceso a los especímenes, definir los protocolos de manejo y generar las entradas al catálogo digital, el cual en esta etapa de la investigación se enfocará a fauna endémica de los ecosistemas antioqueños.

4. Resultados.

Entre los retos particulares que presenta la investigación se encuentra el hecho de que uno de los mayores rasgos de la biodiversidad de Colombia reside en la abundancia de especies de pequeño tamaño tales como: insectos, anfibios, reptiles y aves, incluso roedores por parte de los mamíferos. Debido a su pequeño tamaño, la calidad de la captura fotográfica necesaria para su reconstrucción tridimensional es especialmente desafiante, puesto que los detalles de su morfología no son procesados adecuadamente por softwares fotogramétricos, impidiendo la apropiada construcción y texturización de los modelos tridimensionales digitales.

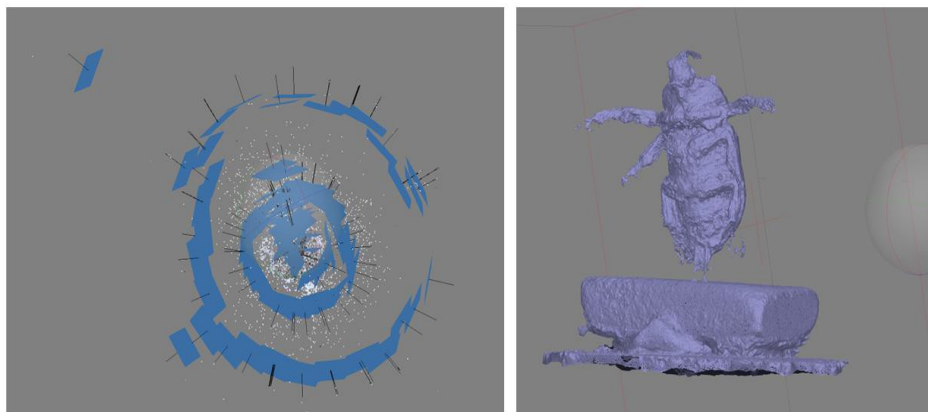
Las primeras aproximaciones de la aplicación de fotogrametría para el levantamiento de especímenes biológicos disecados, realizada desde el Laboratorio de Animación del CESGE, corresponde a dos especímenes de las subfamilias de escarabajos. En la figura 1 se observa el modelo disecado de un escarabajo rinoceronte posicionado para la toma de imágenes, las cuales una vez capturadas son procesadas por el software, generando un modelo básico tridimensional como se observa en la figura 2 y a partir del cual se procede a hacer un refinamiento gráfico para darle definición y apariencia al modelo, hasta obtener un modelo terminado como el que se observa en la Figura 3.

Figura 1. Especimen de escarabajo rinoceronte, utilizado en la reconstrucción digital



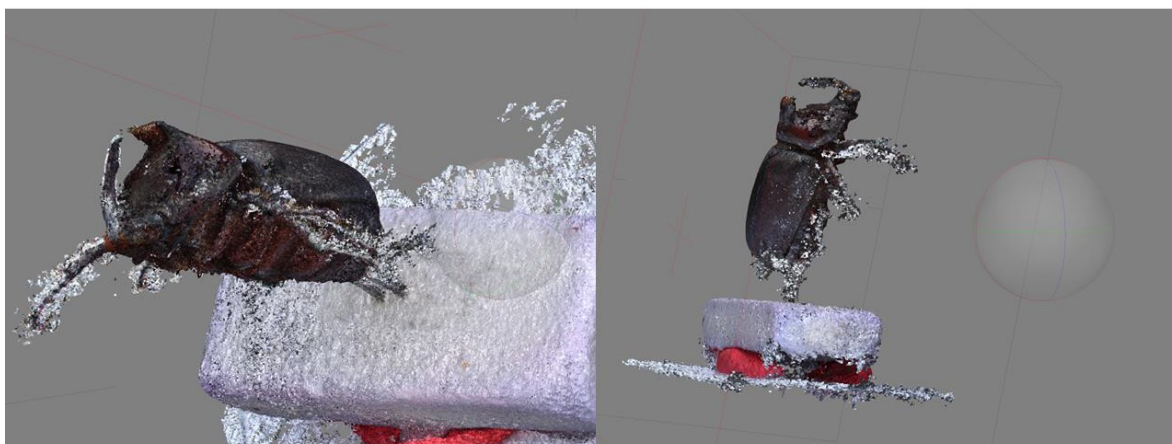
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Proceso de creación del modelo tridimensional. Posicionamiento de cámara (Izquierda) Modelo tridimensional (Derecha)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Resultado obtenido del experimento



Fuente: Elaboración propia.

Estas imágenes muestran la evolución de la calidad del levantamiento tridimensional digital de especímenes, por ejemplo la figura 1, se obtuvo a partir de la captura de 159 fotografías del modelo, realizadas a una cámara, en este caso específico el espécimen fue colocado sobre una plataforma giratoria para tomar una foto cada 5° de rotación. Este proceso fue realizado para 3 anillos a diferentes distancias.

Entre los hallazgos más representativos, se identifica que los destellos producidos por el exoesqueleto reflejan un inconveniente al estar expuesto a los reflectores que se utilizaron para lograr la iluminación apropiada, impidiendo la correcta lectura por parte del software de reconstrucción tridimensional.

Para futuros experimentos se concluyó que este método puede ser utilizado bajo algunas mejoras, como la utilización de una iluminación difuminada, manejar un control de distancia focal, conservando siempre la misma y su grado de rotación sea mayor para que el software tenga menos fotos que analizar y tengan una diferencia de angulación más evidente.

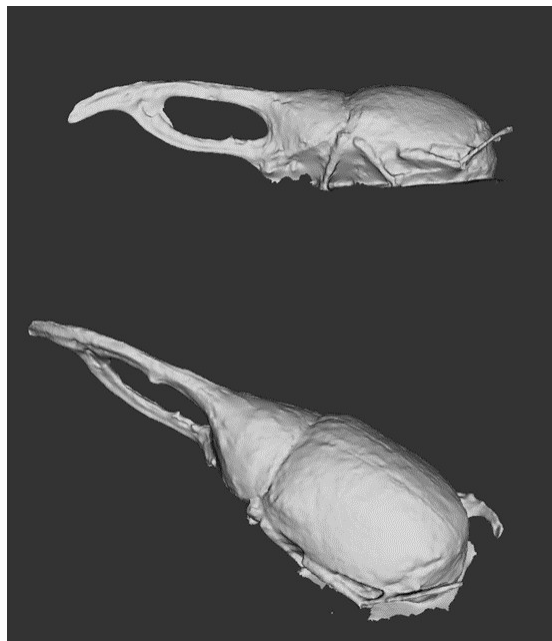
Teniendo en cuenta las anteriores especificaciones se realizó un nuevo experimento con el espécimen del escarabajo hércules, como se puede evidenciar en las figuras 4, 5 y 6.

Figura 4. Especimen de escarabajo hércules, utilizado en la reconstrucción digital, toma de objeto real.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Proceso de creación del modelo tridimensional.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Resultado obtenido de la digitalización



Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión y análisis

Como se observa en las Figuras 1 a 7, la técnica de fotogrametría replica con gran exactitud la morfología de los modelos utilizados. Del mismo modo, a medida que se refina la captura de imágenes y el manejo de la iluminación se logra obtener mayor definición en pequeños detalles. Desde el punto de vista biológico los modelos tridimensionales obtenidos, corresponden a una copia del espécimen original, con la gran ventaja de que se puede manipular, acercar y analizar sin ningún riesgo de deterioro. Esto constituye una gran oportunidad para que desde el Laboratorio de Animación y su semillero de investigación se generen alianzas con grupos de investigación dedicados a la conservación de especies e incorporar en estas nuevas técnicas de análisis de espécimen, ahora soportados en la transformación digital.

Sin embargo, dada la importancia de las colecciones biológicas por ser repositorios de la historia del territorio y estar enfocadas a la preservación, son múltiples los inconvenientes que se encuentran para acceder a los especímenes:

1. Son de difícil acceso, siendo solo posible para académicos que posean trayectoria científica y que estén previamente avaladas por las instituciones que tienen las colecciones biológicas.
2. Se deterioran con el tiempo, ya que están compuestas por materiales biológicos que se desgastan con el paso del tiempo, sumando el hecho de que los químicos que se utilizan para su preservación afectan a los individuos.

Es por ello que en el laboratorio de Animación y el semillero ITADIR formuló este proyecto, el cual busca dar solución a estas dos problemáticas a través de la creación de una colección biológica virtual, permitiendo el acceso a todo público, sin que esto afecte las condiciones de los individuos que hacen parte de las colecciones, ya que al no ser físicas no se

deterioran con su constante manipulación y no son necesarios los químicos para su preservación los cuales también afectan las características morfológicas de los individuos tales como: su color, textura, piel, y otros rasgos propios de estos.

6. Conclusiones

Gracias a las tecnologías actuales, como la técnica de la fotogrametría es posible la obtención de modelos digitales tridimensionales, a partir de un espécimen real de forma más factible, como se puede evidenciar en los resultados parciales, logrando la conservación de estos en un formato virtual sin perder los detalles de sus características morfológicas con el paso de tiempo, convirtiéndolas en colecciones atemporales y así aumentando los repositorios de las especímenes de la fauna endémica del territorio Colombiano.

8. Referencias.

- Evin, A., Souter, T., Hulme-Beaman, A., Ameen, C., Allen, R., Viacava, P., ... Dobney, K. (2016). The use of close-range photogrammetry in zooarchaeology: Creating accurate 3D models of wolf crania to study dog domestication. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.06.028>
- National Geographic. (2017). Explore a Toad's digital clone. Artículo web. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/05/explore-3D-animals/>
- Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., ... Williams, S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>
- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). (2018). Biodiversidad en cifras. <https://sibcolombia.net/actualidad/biodiversidad-en-cifras/>
- Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234), 571 LP-573. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/content/348/6234/571.abstract>
- World Wildlife Fund – Colombia. (2017). WWF-Colombia presenta “Colombia Viva – Informe 2017”, el primer gran análisis del estado de los ecosistemas del país. Artículo web.

Integración de tecnología biométrica en vestuario infantil

Nelson Humberto Zambrano Cortés
SENA, Centro de Desarrollo Agroempresarial Chía, Colombia
nzambranoc@sena.edu.co

Salome Solano Sarria
SENA, Centro de Desarrollo Agroempresarial Chía, Colombia
ssolanos@sena.edu.co

Resumen

El proyecto tiene como objetivo desarrollar el proceso de integración de vestuario infantil con tecnología biométrica que facilite a los padres de familia monitorear y detectar anomalías en sus hijos menores de un año. Se integra el diseño de un vestido inteligente que integra sensores IOT de bajo costo con telas versátiles y que genere un producto de alto impacto social, económico y tecnológico, se trabajan articulados la formación profesional integral con los procesos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i).

La ejecución del proyecto se lleva a cabo con la implementación de la metodología de marco lógico donde se realizan la integración de sensores y control electrónico, se busca linealizar la respuesta de los sensores por métodos estadísticos y acoplarlos con una prenda de vestir diseñada para dar comodidad al bebe y a la incorporación tecnológica.

Palabras clave

Síndrome infantil de muerte súbita SIMS, biometría, vestido inteligente, IOT – Internet of Things – Internet de las cosas.

1. Metodología

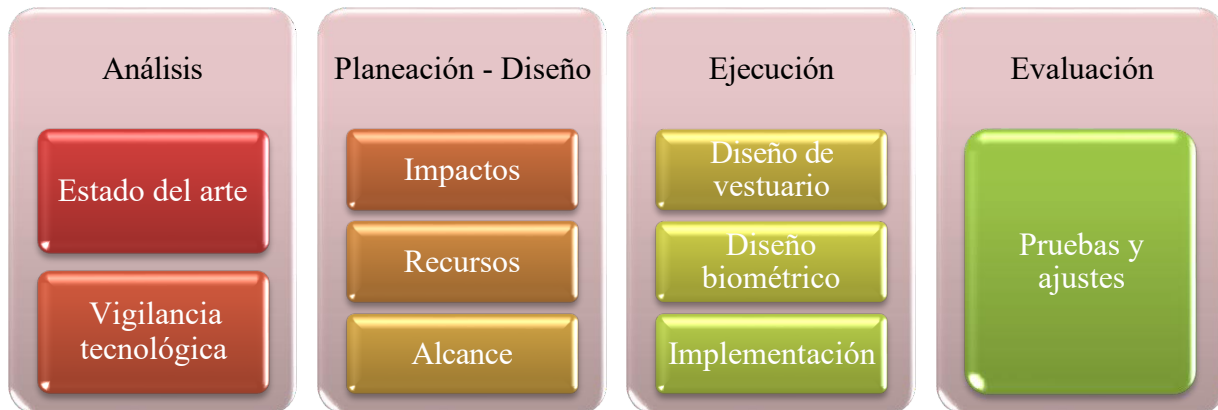
En Colombia, de acuerdo con las estadísticas vitales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), durante el 2010 se presentaron 8 355 defunciones de menores de un año y 654 627 nacidos vivos, para una tasa de mortalidad infantil de 12.76 sin ajustar ($TMI = \text{total defunciones en menores de 1 año} / \text{total de nacidos vivos} * 1000$) (García, E. 2008). Según la información de las estadísticas vitales del DANE, entre los años 2005 y 2010 por lo menos un lactante murió cada tercer día de forma súbita e inesperada en Bogotá, D.C., lo cual, en el país como tal, ocurre a diario. (Latorre, Zambrano & Carrascal. 2016). Estas cifras fueron las que iniciaron el desarrollo de este proyecto, permitiendo una amplia revisión del estado del arte y encontrando la amplia necesidad de abordar el tema buscando un alto impacto social.

Para lograr cumplir con el objetivo del proyecto, se inicia con tomar la metodología de marco lógico (Figura 1) sobre la cual se ampara el SENA y se aplica para la ejecución del proyecto, se trabaja en 4 fases: Conceptualización – Análisis, Diseño – Planeación, Ejecución - desarrollo y Evaluación (Figura 2) (Ortegon, E., Pacheco, J., Prieto, A. 2005).

Figura 1. Modelo de marco lógico.



Figura 2. Fases de ejecución del proyecto



Debido al enfoque del proyecto se busca una orientación por objetivos que permita que ellos dirijan el rumbo de la investigación, la cual se orienta hacia grupos beneficiarios, en particular a los bebés recién nacidos y a sus padres, además de la comunidad académica y científica, se logra una participación y comunicación importante con médicos pediatras que han apoyado el estado del arte.

La metodología incluye el análisis del problema, análisis de los actores, se genera una jerarquía de objetivos y se selecciona una estrategia de implementación óptima.

Figura 3. Objetivos específicos jerarquizados del proyecto



2. Desarrollo

La ejecución del proyecto inicia con la revisión tecnológica sobre el uso de sensores y controles electrónicos en la lectura de ritmo cardiaco y ritmo respiratorio en niños menores de un año, Figura 4, se analizaron documentos de fuentes primarias como tesis de pregrado y postgrado y artículos científicos que presentan consideraciones médicas claves para entender la situación y sobre todo el impacto social, además de estadísticas y conclusiones desde el punto de vista médico, pero al realizar un análisis tecnológico sobre dispositivos para el diagnóstico o el monitoreo de las condiciones que llevan a la muerte súbita no se encuentran proyectos que ayuden a personas de bajos recursos y que no tengan como pagar un monitoreo preventivo, así es que en el año 2018 se reúne una instructora del área de Diseño de Modas, un instructor del área Industrial y aprendices de dichas áreas para diseñar y desarrollar una prenda de vestir que permita el monitoreo de signos vitales y que permita alertar a los padres al detectar anomalías que puedan llevar a una muerte súbita.

Dentro de la información consultada se encontró que las principales causas son problemas durante la gestación que desarrollarán fallas cardíacas y/o respiratorias.⁷

Figura 4. Frecuencia cardíaca y respiratoria en niños

<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia Cardíaca <ul style="list-style-type: none"> - Recién nacido 120 – 170 - Lactante menor 120 – 160 - Lactante mayor 110 – 130 - Niños de 2 a 4 años 100 – 120 - Niños de 6 a 8 años 100 – 115 • Frecuencia respiratoria <ul style="list-style-type: none"> - Recién nacido 30 – 80 - Lactante menor 20 – 40 - Lactante mayor 20 – 30 - Niños de 2 a 4 años 20 – 30 - Niños de 6 a 8 años 20 – 25
--

Fuente: New York State Department of Health.

En el mercado de componentes electrónicos se buscaron dispositivos que permitan captar señales eléctricas del cuerpo humano, especialmente las relacionadas con la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria, se encontraron varios dispositivos con características muy diferentes al igual que el costo, pero se optó por utilizar dispositivos de bajo costo con el fin de tener un producto que sea fácil de adquirir, es decir que tenga un bajo costo

.Al analizar las características de los sensores se tuvieron en cuenta algunos aspectos clave para el funcionamiento y la respuesta entregada, en la Tabla 1 se presenta el análisis realizado:

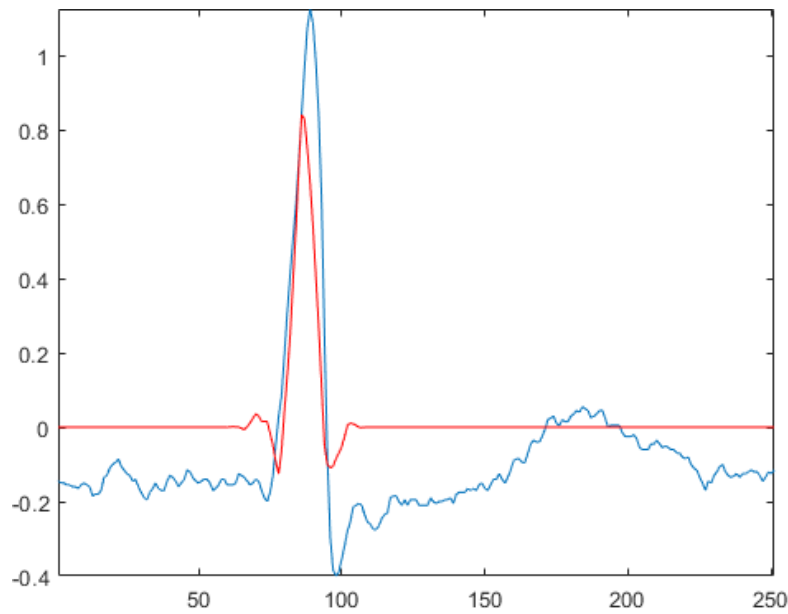
Tabla 1. Comparación de las características de los sensores electrónicos.

Característica	Definición	Sensor especializado	Sensor IOT bajo costo
<i>Amplitud</i>	Diferencia entre los límites de medida	ALTA	BAJA
<i>Calibración</i>	Patrón conocido de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida	FABRICANTE	NO TIENE
<i>Error</i>	Diferencia entre el valor medido y el valor real	MINIMO	NO DETERMINA
<i>Exactitud</i>	Concordancia entre el valor medido y el valor real	ALTA	MEDIA
<i>Precisión</i>	Error máximo esperado	ALTA	MEDIA
<i>Repetitividad</i>	Error esperado al repetir varias veces la misma medida	ALTA	MEDIA
<i>Linealidad</i>	Desviación respecto de una línea en la curva de respuesta	ALTA	BAJA
<i>Factor de escala</i>	Relación entre la salida y la variable medida	1.1	NO DETERMINA
<i>Fiabilidad</i>	Probabilidad de no error	MAXIMA	NO DETERMINA
<i>Histéresis</i>	Diferente recorrido de la medida al aumentar o disminuir esta	MINIMA	NO DETERMINA
<i>Ruido</i>	Perturbación no deseada que modifica el valor	NO AFECTA	AFECTA
<i>Sensibilidad</i>	Relación entre la salida y el	MAXIMA	MINIMA

	cambio de la variable medida		
Temperatura de servicio	Temperatura de trabajo del sensor	0-50°C	NO DETERMINA
Zona de error	Banda de desviaciones permisibles en la salida	MINIMA <0.01%	NO DETERMINA

El uso de estos sensores presenta un reto importante, están diseñados y adaptados para representar de forma didáctica señales reales, esto significa que presentan bajas características funcionales, es por ello por lo que se requiere realizar un tratamiento estadístico de los datos obtenidos con el fin de linealizar la señal obtenida y tener una respuesta con la que se pueda llegar a cumplir con el objetivo del proyecto. La Figura 5 representa el comportamiento de un sensor de frecuencia cardiaca especializado y uno IOT (IOT – Internet of Things – Internet de las cosas).

Figura 5. Respuesta de sensor especializado (línea roja) Vs. Sensor IOT (línea azul).



Fuente: Wave detection in the ECG – MathWorks.

Los sensores presentaron una respuesta de baja precisión, repetibilidad y linealidad, se realizaron pruebas con varios sensores al tiempo y comparando lecturas, se realizaron modelos matemáticos con lecturas promediadas que permitía la reducción de la variación y se logró una mejor captura de señales como las que se muestran en las Figuras 7 y 8.

La Figura 6 representa los sensores seleccionados, sensor de pulso cardiaco AD8232, sensor de músculo mio-eléctrico Myoware, sensor de pulsioximetría MAX30100, sensor de ritmo cardiaco.

Figura 6. Componentes electrónicos del vestido inteligente

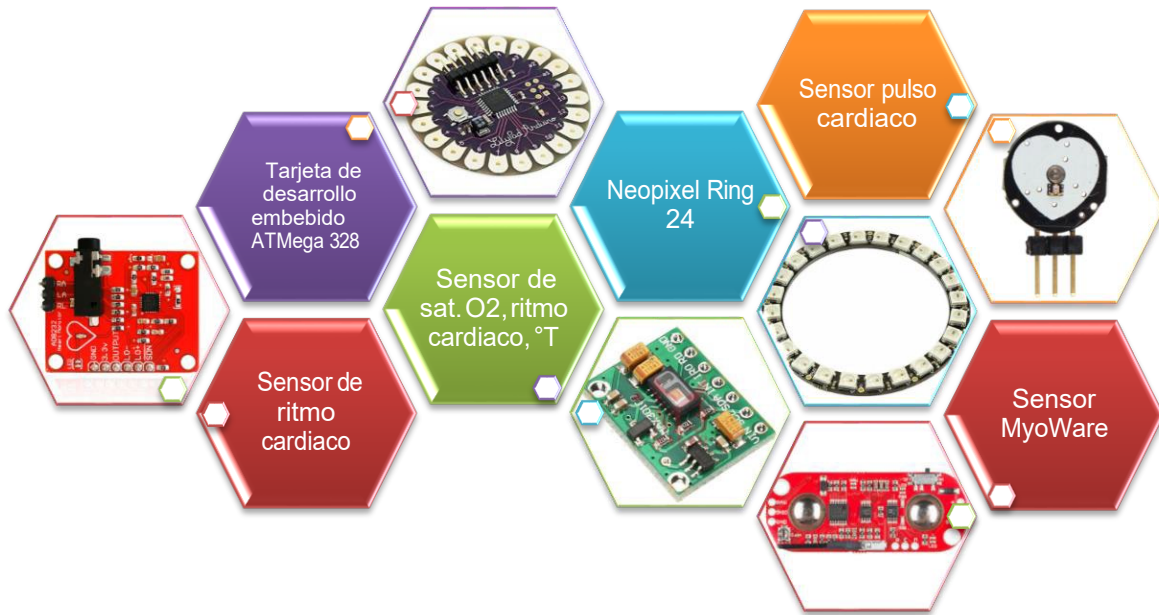


Figura 7. Representación gráfica del sensor de ritmo cardiaco AD8232.

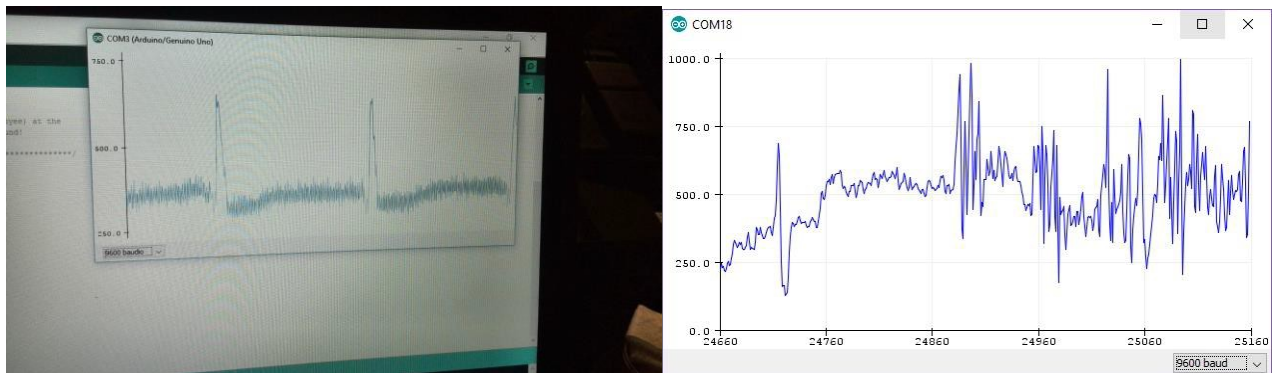
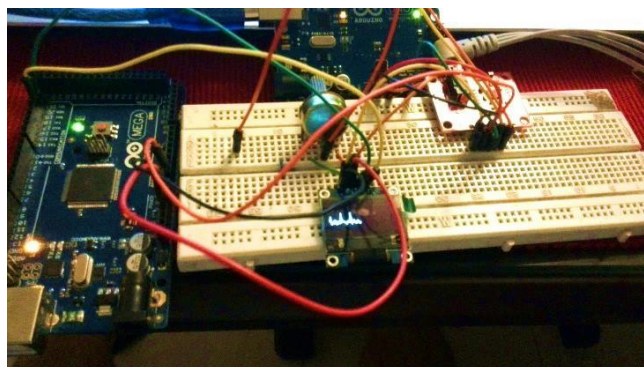
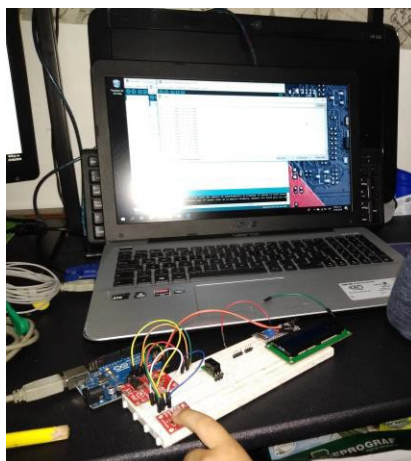


Figura 8. Sensor y control electrónico Ritmo Cardiaco.



La adquisición de las señales, y el procesamiento de estas se realiza a través de una tarjeta de desarrollo embebido con el controlador ATMega 328 conocida como Lilypad, la cual es ampliamente utilizada en prendas de vestir dada su diseño y tamaño. Para el proceso de visualización de los procesos realizados se utiliza una matriz de leds RGB conocida como Neopixel, la cual se caracteriza por tener un control de una sola línea y manejar las 24 posiciones de visualización como un vector, a través de ella se reflejan los comportamientos del ritmo cardiaco, frecuencia respiratoria, temperatura, saturación de oxígeno, nivel de la batería (Figura 7).

Figura 9. Pruebas de sensor de saturación de oxígeno y ritmo cardiaco.

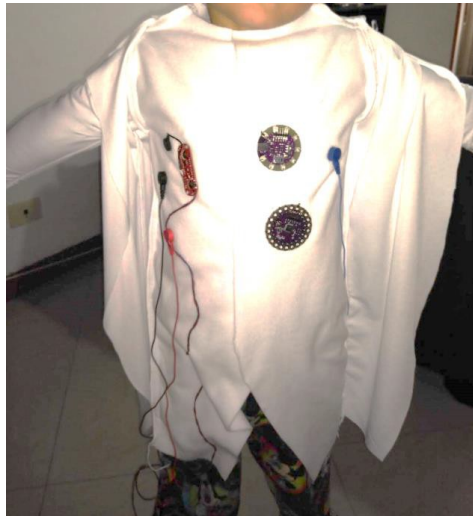


Para las pruebas de los sensores se realizó la incorporación de estos en un traje de pruebas, inicialmente se hicieron pruebas en adultos, con instructores y aprendices, con el fin de verificar el comportamiento de los sensores, la linealización y el acondicionamiento en el vestido, y registrar los datos obtenidos.

Figura 10. Diseño e instalación de sensores en traje de pruebas.

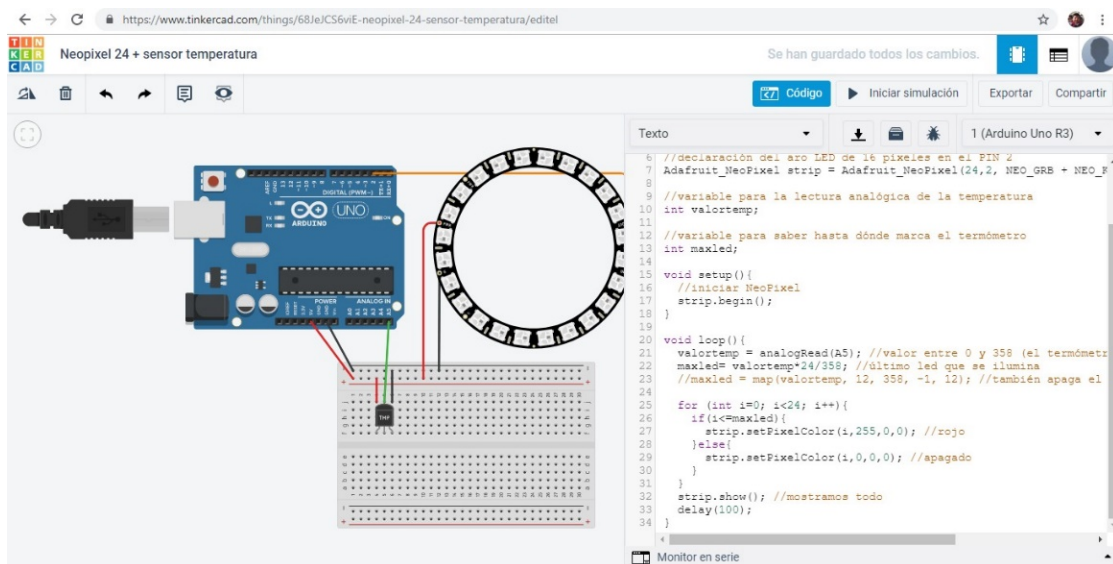


Figura 11. Prueba del vestido inteligente.



La integración de los sensores con la tarjeta de desarrollo embebido AtMega328 se ha realizado desde la simulación hasta la implementación física, se utilizaron herramientas tanto gratuitas como licenciadas, trabajando con la aplicación Circuits de Tinkercad en línea (Figura 12) y también el Software Proteus con los módulos correspondientes para la simulación de las tarjetas de desarrollo Arduino. El proceso de conexión de los dispositivos se llevo a cabo con hilo conductor, especialmente diseñado para prendas de vestir, ya que presenta una maleabilidad y resistencia insuperable, en algunos segmentos se debió realizar un aislamiento con tinta conductora debido al reducido espacio y la cantidad de conductores necesarios como se puede ver en la Figura 10 y 11.

Figura 12. Simulación del control electrónico del proyecto



3. Resultados

Tras muchas pruebas con los sensores seleccionados se encontraron pequeñas variaciones en la respuesta entre varios de la misma referencia, dando por sentado que no tienen el mismo comportamiento en la respuesta, aun así se logran linealizar en un alto porcentaje tras el ajuste continuo.

El proceso de diseño de la prenda ha presentado bastantes variaciones debido a la incorporación de los dispositivos electrónicos, se han probado diversos tipos de tela, diversos apliques para lo que son botones y cremalleras para los cierres, además de elásticos para el ajuste de los sensores que deben tener contacto con el bebé.

Derivado al proyecto se realizaron unas camisetas para adulto con el fin de llevar un monitoreo de funciones cardíacas y respiratorias, al igual que de temperatura en atletas, se hicieron pruebas con aprendices del programa de Entrenamiento deportivo con el fin de generar una prenda que puedan utilizar para mejorar el rendimiento deportivo.

Se realizaron pruebas en aproximadamente 6 adultos entre los 20 y 45 años, dos niños de 4 y 5 años, dos niñas de 2 y 3 años, obteniendo lecturas muy cercanas a las fuentes primarias, al momento de la redacción del artículo el proyecto se encuentra en ejecución y se siguen tomando lecturas y procesando la información, para la fase final se espera haber concluido las pruebas e incluir menores de 1 año para ampliar las muestras tomadas y analizadas.

Uno de los resultados más importantes que esperamos cumplir para finalizado el proyecto es tener todo el traje funcional, con la incorporación de la sensórica propuesta y los sistemas de alarma y prevención requeridos para evitar el síndrome de muerte súbita infantil.

4. Conclusiones

El probar los sensores con personas de diferentes edades ha permitido detectar una variación en la respuesta dependiendo de la edad, básicamente dependiendo del ritmo cardíaco, entre más alto es, mayor es la variación y las perturbaciones generadas, por tal motivo se está adaptando el uso de filtros que permita mejorar la señal de respuesta.

El proceso de control ofrece versatilidad en el momento de administrar los datos obtenidos, aunque no tiene una buena capacidad de almacenamiento, en caso de que se requiera almacenar un gran volumen de información es necesario utilizar memorias externas, o un controlador de mayor capacidad o transmitir los datos a una memoria externa, por medios inalámbricos, y realizar el almacenamiento en otro equipo sea celular, pc o en la nube.

El proceso de revisión del estado del arte, la revisión tecnológica y el desarrollo del proyecto fueron desarrollados por los instructores y aprendices, pero fue clave el apoyo desde el punto de vista médico, para ello se habló en varias ocasiones con médicos pediatras que se caracterizan por su amplia experiencia, más de 30 años en el oficio, quienes fueron fundamentales para entender la situación y revisar la solución que se presentó.

El vestido inteligente desarrollado permitió la interacción entre personas de diferentes áreas, el apoyo del líder de Sennova y la subdirección del centro fue importante para el cumplimiento de los objetivos y sobre toda para la generación de conocimiento científico.

El uso de sensores de bajo costo representa dificultades en cuanto a la falta de linealidad y precisión en las lecturas, la aplicación de procesos estadísticos ayudo a minimizar estas falencias y tener lecturas que se pueden considerar como representativas.

5. Referencias

- Caballero, F., Jiménez, V., Sánchez, A. (2017). Prototipo de electrocardiógrafo portátil. Tecnológico Nacional de México en Celaya. *Pistas Educativas* Vol. 39 - ISSN: 2448-847X, <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1066>
- García García, Felipa Elena. (2008). Síndrome de muerte súbita del lactante. *Revista Cubana de Pediatría*, 80(2) Recuperado en 01 de julio de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312008000200009&lng=es&tlng=es.
- Latorre-Castro, M., Zambrano-Pérez, C., & Carrascal-Gordillo, C. (2016). Síndrome infantil de muerte súbita: el riesgo que afrontan los lactantes en Bogotá, D.C., Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4), 665-670. doi: <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54801>
- Latorre-Castro, M. (2014). Síndrome Infantil de Muerte Súbita: ¿Un problema de salud pública en Bogotá D.C.?. Universidad Nacional de Colombia, Doctorado Interfacultades de Salud Pública.
- Méndez-Lira, O., Gutiérrez-Chávez, A., Cota-Ruiz, J., Díaz-Román, J., Sifuentes-De la Hoya, E., & González-Landaeta, R. (2018). Sistema Vestible para la Detección Simultánea y No Invasiva del ECG y el Flujo Sanguíneo. *Revista Mexicana De Ingeniería Biomédica*, 39(3), 249-261. doi:10.17488/RMIB.39.3.4
- Ortegon, E., Pacheco, J., Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Publicación de las Naciones Unidas.

Metodología para la evaluación del riesgo asociado a la adquisición de equipos biomédicos

Ana Cristina Colorado Cañola
Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Industrial, Colombia
ana.colorado@upb.edu.co

Juan Guillermo Barrientos Gómez
Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Medicina, Clínica Universitaria Bolivariana, Colombia
juan.barrientos@upb.edu.co

Juan Carlos Botero Morales
Universidad Pontificia Bolivariana, Centro de Desarrollo Empresarial, Colombia
juan.botero@upb.edu.co

Resumen

El proceso de adquisición de equipos biomédicos, es una de las preocupaciones en las instituciones de salud, debido a la generación de diversos riesgos asociados a esta actividad. En diversas instituciones hospitalarias para el análisis de los riesgos se utiliza la metodología de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).

Para determinar las acciones prioritarias de los riesgos identificados en un AMFE, se utiliza el Número Prioritario de Riesgo (NPR), el cual se calcula como el producto de tres calificaciones cuantitativas, relacionadas con los índices de ocurrencia o probabilidad (O), gravedad o impacto (G) y detección (D). Sin embargo, el AMFE tradicional tiene algunas limitaciones, debido a que la mayoría de la información para calcular la O, G y D, se expresa en forma lingüística y su importancia relativa no se toma en consideración, asumiendo que los tres factores tienen la misma importancia. Por tal razón, se propone una metodología con un enfoque de atributos múltiples basado en un proceso de análisis jerárquico (AHP) que integra los aspectos del AMFE tradicional para abordar sus limitaciones, por medio de un estudio de vigilancia tecnológica, que permite la identificación y análisis de diversos documentos asociados al tema, seguido de la aplicación del método Delphi, poniendo de manifiesto diversas opiniones a través de la interrogación a expertos. Esta sería una herramienta importante para que los gestores de riesgos aumenten su conciencia e identifiquen sus riesgos, evaluándolos, planificando acciones correctivas para llegar a una buena toma de decisiones, logrando procesos más exitosos en el futuro utilizando este enfoque.

Finalmente, la integración del AHP y el AMFE, es una excelente combinación para la identificación y análisis de los riesgos asociados a la adquisición de tecnología biomédica.

Palabras clave

Metodología, evaluación, riesgo, AMFE, AHP.

1. Introducción

Uno de los retos fundamentales de las instituciones de salud, radica en implementar y llevar a cabo estrategias para una buena adquisición e incorporación de tecnologías biomédicas apropiadas.

Para un adecuado proceso de adquisición, se debe tener en cuenta las variables de evaluación y contratación. La evaluación de dispositivos incluye factores tales como la seguridad, el rendimiento y la facilidad de mantenimiento. Tales elementos deben ser considerados en el proceso de adquisición de tecnologías biomédicas al igual que la estandarización de los modelos de equipos fabricados. Por otra parte, en el proceso de contratación, las condiciones pueden ser incluidas en la orden de compra para especificar que el proveedor debe suministrar los manuales de operación y de servicio, la capacitación en el servicio y los repuestos más esenciales. Otros requisitos especiales también pueden ser especificados en esta orden, tales como la retención de pago si no se cumplen las condiciones especificadas (Dyro, 2004).

Con respecto a la evaluación de tecnología o dispositivos biomédicos, algunos autores la han definido como un conjunto de aspectos técnicos, clínicos y financieros y/o económicos (Pacheco & Pimentel, 2002); más del 65% de los hospitales en todas las regiones del mundo, han escrito procedimientos para la adquisición y evaluación de equipos biomédicos, los cuales se basan principalmente en las pautas y normas de asociaciones o institutos o en la experiencia individual (Dyro, 2004). Sin embargo, aún no proponen una forma cuantitativa de evaluarlos y en otros casos, los métodos propuestos han sido diseñados por países desarrollados, donde la economía y la integración de la tecnología médica con el usuario y el técnico es sumamente diferente a lo que acontece en los países latinoamericanos (Pacheco & Pimentel, 2002).

En lo que respecta, la evaluación técnica, se define como el proceso de revisión de las especificaciones técnicas del sistema o tecnología biomédica, entre las que se destaca su funcionamiento, seguridad, requerimientos eléctricos y compatibilidad (Carvajal, 2008). En la evaluación clínica, se evalúa la tecnología en sus actividades en el área correspondiente, con el fin de obtener la información referente al cumplimiento de sus características, calidad tecnológica, relevancia clínica, experiencia y satisfacción total (Carvajal, 2008). Esta evaluación asegura la idoneidad del equipo en la aplicación real de la atención a los pacientes (Carvajal, 2008). Y finalmente, la evaluación económica y/o financiera, evalúa aspectos relacionados con los costos implícitos en el uso y adquisición del equipo, teniendo en cuenta el impacto de los costos iniciales en todo su período o tiempo de vida útil (Puerto W. , 2014).

Por tal razón, en el momento de adquirir una tecnología biomédica, se debe escoger dentro de un número de opciones posibles, aquella que reúna la mayor parte de los criterios específicos que han sido definidos por la institución hospitalaria (Organización Mundial de la Salud, 2012). Aunque la adquisición de equipos biomédicos favorece una atención de salud segura, equitativa y de calidad, es necesario incorporar la gestión del riesgo para agregar valor en la toma de decisiones, ya que debido a la gran diversidad de equipos que existen en el mercado, cada vez se dificulta más el proceso de adquisición por la creciente incorporación de varias opciones tecnológicas y su complejidad (Salazar, 2015).

Debido a los riesgos o incertidumbres inherentes a la adquisición de tecnología biomédica, es necesario tener en cuenta una buena gestión de riesgos, centrado en la identificación, evaluación y priorización de los riesgos asociados a esta actividad, la cual hace parte esencial de la gestión estratégica de cualquier organización (Federation of European Risk

Management Associations, 2003).

Por consiguiente, la gestión del riesgo se debe incorporar como un proceso sistemático que permita la mejora continua en la toma de decisiones para la adquisición de tecnología biomédica, la planificación y en consecuencia, el desempeño de las entidades de salud, en aras de lograr la minimización de las pérdidas y maximización de ganancias. Las entidades de salud que logran la gestión del riesgo de forma eficaz y eficiente, tienen mayores probabilidades de alcanzar sus objetivos a un menor costo (Puerto, 2011).

Para gestionar el riesgo, se cuenta con diversas normas asociadas al riesgo. Una de las primeras normas es la AS/NZS 4360:1999, siendo sustituida por la ISO 31000:2009. En el año 2018 la ISO fue actualizada, manifestando una gran diferencia con respecto a su antecesora del año 2009, presentando cambios estructurales en el lenguaje, haciéndolo más simplificado, enfatizando a lo largo de toda la norma sobre el papel del liderazgo de la alta dirección y una mayor atención a la naturaleza dinámica y cambiante de la gestión del riesgo (Escuela Europea de Excelencia, 2018).

Si las entidades de salud no cuentan con una metodología estandarizada, se adquirirán equipos biomédicos con ciertas funcionalidades y características, que debido a los procesos de innovación y al entorno competitivo en el que estas instituciones se desenvuelven, pronto dejarán de ser útiles para el uso que fue diseñada (Salazar, 2015). Por tal razón, es importante tener en cuenta la ISO 31000 para gestionar el riesgo asociado a esta actividad.

La ISO 31000 proporciona principios integrales y directrices para el análisis y evaluación de los riesgos (British Standards Institution, 2018). En el proceso de gestión del riesgo, se habla sobre la “Valoración o Evaluación del Riesgo”, por tal razón, existe diversas herramientas que permiten llevar a cabo la evaluación, entre ellas está el AMFE y el AHP.

El AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso o producto, identificando los puntos de fallo potenciales y elaborando planes de acción para combatir los riesgos (Jimeno, 2013).

El AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgo, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado (Jimeno, 2013).

El AMFE se compone de cuatro factores: índice de gravedad o impacto (G); mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo o riesgo en cuestión, según la percepción del cliente – usuario (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 2004). Índice de ocurrencia o probabilidad (O); mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención se llama la probabilidad de aparición del fallo o riesgo (Zanussi Company, 1989). Índice de detección (D); evalúa, para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa (Fundibeq, 2017) e índice de prioridad de riesgo o risk priority number (NPR); producto de la probabilidad por el impacto y la detección y debe ser calculado para todas las causas de fallo (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 2004).

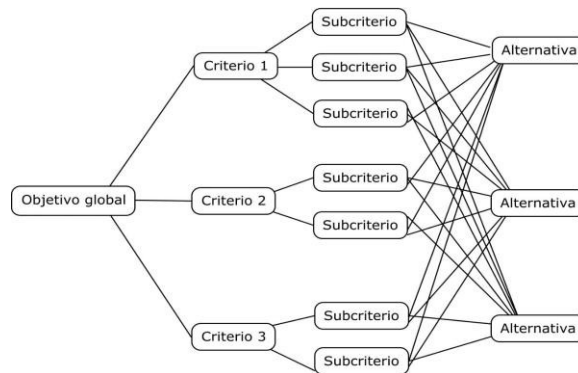
$$NPR: O * G * D$$

Aunque AMFE es probablemente la herramienta más popular para el análisis de confiabilidad y modos de falla, hay varios problemas asociados con su implementación, debido a que la mayoría de la información para calcular la O, G y D, se expresa en forma lingüística y su importancia relativa no se toma en consideración, asumiendo que los tres factores tienen la

misma importancia (Braglia, 2000).

Finalmente, el AHP es una herramienta que utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices a partir de estas comparaciones (Osorio & Orejuela, 2008). Se divide en cuatro etapas fundamentales: Modelación; estructuración de la jerarquía del problema en un objetivo global, criterios, subcriterios y alternativas (Toskano, 2005) (Figura 1). Estimación; conocida las alternativas y definidos los criterios se debe proceder a ordenar y ponderar, mediante comparaciones pareadas, es decir, se compara cada criterio con las alternativas (Escrivá, 2015). Priorización y Síntesis; una vez elaborada la matriz de comparaciones pareadas se puede calcular lo que se denomina prioridad de cada uno de los elementos que se comparan (Toskano, 2005) y Análisis de Consistencia; se refiere a la consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas (Toskano, 2005).

Figura 1. Estructura de un Proceso de Análisis Jerárquico



Fuente: Elaboración propia.

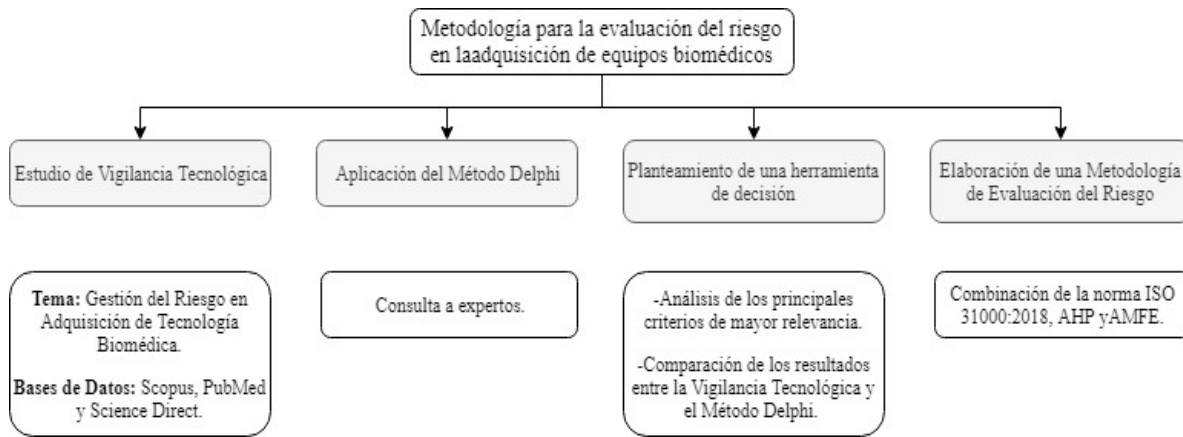
El AHP se implementa por la necesidad de integrar aspectos convencionales del AMFE basados en la probabilidad, impacto y detección, para una mejor toma de decisiones, siendo más acertada y objetiva.

En consecuencia, en este documento se propone un enfoque que combina la norma ISO 31000:2018 y las metodologías AMFE y AHP para la evaluación del riesgo en el proceso de adquisición de equipos biomédicos.

2. Metodología

Para llevar a cabo la elaboración de una metodología para la evaluación del riesgo en el proceso de adquisición de tecnología biomédica, se implementó la siguiente estrategia (Figura 2):

Figura 2. Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia.

- Inicialmente, se realizó un estudio de vigilancia tecnológica asociados al tema de gestión del riesgo en la adquisición de tecnología biomédica en las instituciones de salud, a nivel mundial, mediante diferentes bases de datos, tales como Scopus, PubMed y Science Direct. Además, se realizó una limpieza de datos del tema; el objetivo de la limpieza es transformar los datos en un conjunto coherente, combinando las cosas que se desea analizar como grupo, normalizando y fusionando datos de diversas fuentes, permitiendo la coincidencia aproximada para identificar y asociar palabras o frases repetidas (Clarivate Analytics, 2018).

- Seguido de la revisión bibliográfica, fue necesario definir los principales criterios de mayor relevancia en el proceso de adquisición de tecnología biomédica, para esto se llevó a cabo la aplicación del método Delphi, el cual procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, poniendo de manifiesto diversas opiniones. Esta información fue esencialmente cualitativa, realizada a un panel de expertos del sector salud, especialmente a cinco Instituciones de Salud de alta complejidad de la ciudad de Medellín.

- De acuerdo a los aspectos claves identificados en el método Delphi en las instituciones de salud entrevistadas, se comparan los resultados obtenidos del método con la revisión de la literatura (revisión en Scopus, PubMed y Springer Link). Esta comparación permite plantear una herramienta de decisión, basada en el modelo de gestión del riesgo planteado por la norma ISO 31000:2018.

- Para la elaboración de la metodología de evaluación del riesgo, además de tener en cuenta la norma ISO 31000:2018, se incorpora aspectos del Proceso Analítico Jerárquico -AHP y el Análisis Modal de Fallas y Efectos – AMFE.

Esta metodología permite efectuar algunas actividades de manera más sencilla, es decir, en la caracterización de los principales riesgos identificados en el proceso de adquisición de tecnología biomédica.

3. Desarrollo

Para el enfoque propuesto, inicialmente, se combina el método Delphi, la evaluación del riesgo presentado en la ISO 31000:2018 y la vigilancia tecnológica, generando una lista de los

posibles riesgos presentados en el proceso de adquisición de tecnología biomédica y los criterios de evaluación de acuerdo a los riesgos identificados.

Luego, se propone un enfoque de atributos múltiples basado en AHP integrando aspectos del método AMFE. En resumen, el AHP proporciona un marco para hacer frente a múltiples situaciones de criterios que involucran aspectos intuitivos, racionales, cualitativos y cuantitativos. Siguiendo este procedimiento, se evalúa una clasificación final para cada causa de falla (Liu, You, Shan, & Su, 2017).

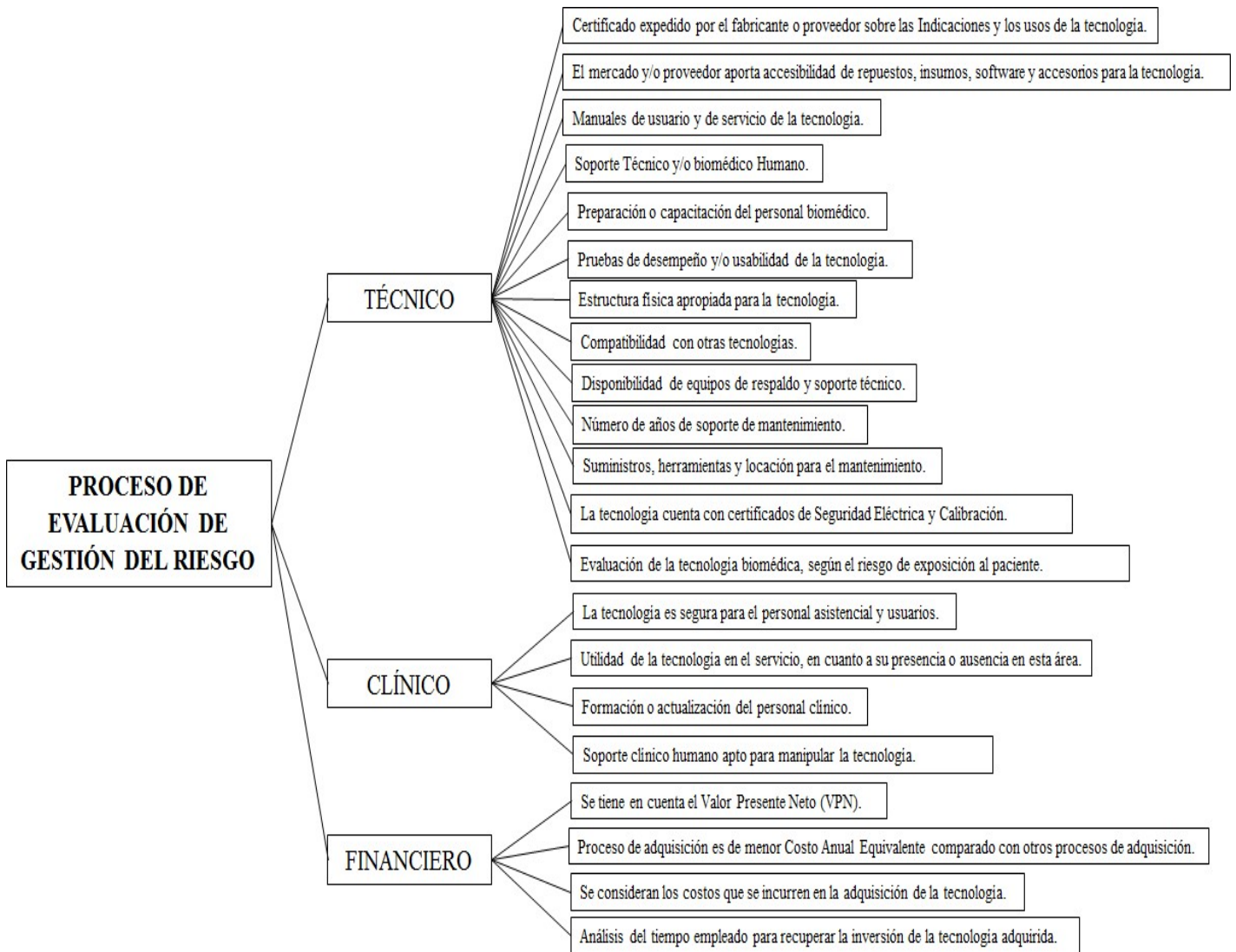
El procedimiento en la elaboración de la metodología implica varios pasos (Liu, You, Shan, & Su, 2017):

- Listado y descripción de todos los riesgos identificados, llevando a cabo una estructura jerárquica; define los criterios de decisión en la forma de una jerarquía de objetivos. La jerarquía está estructurada en diferentes niveles: desde la parte superior (es decir, la meta o el objetivo), los niveles intermedios (criterios y subcriterios de los que dependen los niveles posteriores) hasta el nivel más bajo (es decir, las alternativas).

Diseño de un árbol jerárquico AHP, con el objetivo de desarrollar un marco general que satisfaga las necesidades de los profesionales o gestores para resolver el problema de selección de la causa de falla más crítica. El AHP comienza descomponiendo un problema complejo multicriterio en una jerarquía donde cada nivel consiste en unos pocos elementos manejables que luego se descomponen en otro conjunto de elementos (Wind & Saaty).

La jerarquía de AHP desarrollada en este estudio es un árbol de tres niveles en el que el nivel superior representa el objetivo principal de la selección de causa de falla o riesgo y el nivel más bajo consiste en las posibles alternativas de falla. Los criterios de evaluación que intervienen en el objetivo principal se incluyen en el segundo nivel y están relacionados con el resultado del método Delphi y la vigilancia tecnológica, el cual incluye la variable técnica, clínica y financiera. La estructura general de AHP se muestra en la Figura 2.

Figura 3. Estructura del Proceso de Evaluación de Gestión del Riesgo



Fuente: Elaboración propia.

- Ponderación de criterios, subcriterios y alternativas: En función de su importancia para el elemento correspondiente del nivel superior. Los criterios cualitativos y cuantitativos se pueden comparar utilizando juicios informales para derivar pesos y prioridades. Para los criterios cualitativos, AHP utiliza comparaciones por pares simples para determinar los pesos y clasificaciones de modo que el profesional o gestor pueda concentrarse solo en dos factores a la vez. De hecho, AHP se basa en la suposición de que un tomador de decisiones puede ubicar más fácilmente un valor comparativo que un valor absoluto. Los juicios verbales se traducen en una puntuación mediante el uso de escalas discretas de nueve puntos (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de juicios verbales para calificar los criterios en AHP

Escala de Preferencias	
Escala Numérica	Escala Verbal de la Preferencia
1	Ambos Criterios o Elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un Criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre el otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores
2	Entre igualmente y moderadamente preferible
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible
6	Entre fuertemente y extremadamente preferible
8	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible

Fuente: (Saaty, 1990)

Después de definir la jerarquía en AHP, se requiere el uso de una metodología de medición para establecer prioridades entre los elementos dentro de cada nivel de la jerarquía. Como se evidencia con anterioridad, los criterios cualitativos y cuantitativos se pueden comparar utilizando juicios informales para derivar las prioridades (escala de preferencias).

- Se ejecuta una comparación por pares en el primer nivel de la jerarquía (criterios Técnicos, Clínicos y Financieros) para obtener juicios de valor, al igual que en los índices de la herramienta AMFE (Probabilidad, Impacto y Detección) (ver Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Comparación por pares para los Criterios Técnicos, Clínicos y Financieros

CRITERIOS: TÉCNICO - CLÍNICO Y FINANCIERO						
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Matriz Normalizada		Vector Prioridades
Opción 1	1					
Opción 2		1				
Opción 3			1			
SUMA						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Comparación por pares para los Índices de Probabilidad, Impacto y Detección

PROBABILIDAD - IMPACTO - DETECCIÓN						
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Matriz Normalizada		Vector Prioridades
Opción 1	1					
Opción 2		1				
Opción 3			1			
SUMA						

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular estas alternativas (opciones), se tuvo en cuenta la metodología AHP. Se utiliza una escala subyacente con valores del 1 al 9 para calificar las preferencias relativas de los elementos (Escrivá, 2015) (ver Tabla 1).

El AHP permite al profesional evaluar la bondad de los juicios con la relación de consistencia CR. Antes de determinar una medición de consistencia, es necesario introducir el índice de consistencia CI en n x n matriz (de juicios) definida por la relación:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Dónde λ_{max} es el valor propio máximo de la matriz. Entonces, CR se define como la relación de:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

donde RI es el valor aleatorio promedio correspondiente a CI para una matriz n x n. Los valores de RI se muestran (Saaty, 1990) en la Tabla 4. Los juicios pueden considerarse aceptables si $CR \leq 0.1$. En casos de inconsistencia, el proceso de evaluación para la matriz inconsistente se debe repetir inmediatamente. Un índice de consistencia de 0.1 o más puede conllevar a una investigación adicional (Saaty, 1990).

Tabla 4. Valores de RI para diferentes órdenes matriciales

	2	3	4	5	6	7
<i>I</i>	0.52	0.89	1.11	1.25	1.45	1.73

Fuente: (Saaty, 1990)

- Para cada criterio de decisión, se calcula la calificación de preferencia global en una escala de 0 a 1.000 con la cual es probable que cada alternativa de decisión logre su objetivo, utilizando la herramienta AMFE (Chatterjee, 2018).

El efecto de cada posible causa de falla se evalúa en función de tres criterios de rendimiento:

- índice de ocurrencia;
- índice de detección;
- índice de severidad o impacto de la falla o riesgo.

La evaluación de cada atributo se obtiene de diferentes maneras, si es posible, definiendo un método racional para cuantificar el criterio único para cada causa de falla, basado en una serie de tablas (Tabla 5, 6 y 7). En particular, cada factor se divide en varias clases a las que se les asigna un puntaje diferente (en el rango de 1 a 10) para tomar en cuenta los diferentes niveles de criticidad.

Tabla 5. Escala de juicios verbales para calificar el Índice de Probabilidad

PROBABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja (Imperceptible)	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente considerado en la vida de la tecnología, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto presente ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida de la tecnología.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Escala de juicios verbales para calificar el Índice de Impacto

IMPACTO	CRITERIO	VALOR
Muy Baja (Imperceptible)	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia, origine efecto real alguno sobre el rendimiento de la tecnología.	1
Baja (Apenas Perceptible)	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente en la institución, observando un pequeño deterioro del rendimiento de la tecnología sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en la institución. La institución observará deterioro en el rendimiento de la tecnología.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y la tecnología puede verse inutilizada. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de la tecnología y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias.	9-10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Escala de juicios verbales para calificar el Índice de Detección

DETECCIÓN	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue a la institución. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de la producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que no lo percibirá la institución.	9-10

Fuente: Elaboración propia.

- A continuación, se elabora una tabla (Tabla 8) que informa las evaluaciones numéricas para los tres parámetros de AMFE convencional (probabilidad, impacto y detección) estimadas como se describió anteriormente. Los NPR correspondientes también se muestran en la última columna.

Tabla 8. Esquema convencional para presentar resultados de AMFE

OPCIONES		IMPACTO	PROBABILIDAD	DETECCIÓN	NPR
Opción 1	¿Se presentan certificados de Calidad Nacional y/o Internacional o certificado expedido por el fabricante o proveedor sobre las Indicaciones y los usos de la tecnología biomédica (Resolución N° 434 de 2001. Especificaciones Técnicas, físicas y funcionales de la tecnología biomédica)?				
Opción 2	¿El mercado y/o proveedor aporta accesibilidad de repuestos, insumos, software y accesorios para la tecnología biomédica?				
Opción 3	¿Se cuenta con manuales de usuario y de servicio de la tecnología biomédica?				
Opción 4	¿Se tiene disponible Soporte Técnico y/o biomédico Humano?				
Opción 5	¿Hay preparación o capacitación del personal biomédico para la manipulación y mantenimiento de la tecnología biomédica?				
..... Opción 21				

Fuente: Elaboración propia

- Del esquema convencional de AMFE (Tabla 8), se traslada cada índice (impacto,

probabilidad y detección) para los 21 riesgos o fallos identificados y posteriormente se halla la matriz normalizada (Tabla 9); esta se calcula sumando las columnas que señalan la Puntuación/Calificación de cada índice (O, G y D) y se divide cada elemento (opción *n*) por la suma de las columnas (Vafaei & Ribeiro, 2016).

$$\text{Matriz Normalizada} = \frac{\text{Opción } n}{\text{Suma de las columnas}}$$

Tabla 9. Matriz Normalizada o Prioridad del riesgo o fallo

Causa de Fallo	Puntuación/Calificación	Matriz Normalizada "Prioridad"
Opción 1		
Opción 2		
Opción 3		
Opción 4		
Opción 5		
Opción 6		
Opción 7		
Opción 8		
Opción 9		
Opción 10		
Opción 11		
Opción 12		
Opción 13		
Opción 14		
Opción 15		
Opción 16		
Opción 17		
Opción 18		
Opción 19		
Opción 20		
Opción 21		

Fuente: Elaboración propia

- Para calcular la Prioridad Total, se tiene en cuenta la prioridad local y la prioridad OGD. La prioridad local son los datos hallados en la Matriz Normalizada (Tabla 9) y la prioridad OGD se establece entre el producto de la prioridad local por el vector de prioridad de la Tabla 3 de cada índice (OGD), dividido por el 100%.

La Prioridad Total es el resultado del producto de Prioridad OGD de cada Opción, por el vector de prioridad de la Tabla 2 de cada criterio (técnico, clínico y financiero), dividido por el 100% (Tabla 10).

Tabla 10. Valoración de la Prioridad Total

Alternativa	Prioridad Local (Matriz Normalizada)	Prioridad OGD	PRIORIDAD TOTAL
IMPACTO, PROBABILIDAD, DETECCIÓN: Criterio Técnico, Clínico, Financiero			
Opción 1			
Opción 2			
Opción 3			
Opción 4			
Opción 5			
Opción 6			
Opción 7			
Opción 8			
Opción 9			
Opción 10			
... Opción 21			

Fuente: Elaboración propia

- Posteriormente, la Evaluación Final, permite identificar los riesgos asociados al proceso de adquisición, dándole un peso o una prioridad a cada opción, es decir, un grado de importancia con respecto al objetivo global.

Para hallar la evaluación final, se tiene en cuenta la Prioridad Total de cada índice (OGD), en los criterios técnicos, clínicos y financieros. El resultado final es la suma de cada opción (Tabla 11).

Tabla 11. Fallas o riesgos identificados y peso total de cada uno

	Criterio Técnico - Impacto	Criterio Técnico - Probabilidad	Criterio Técnico - Detección	EVALUACIÓN FINAL
Opción 1				
Opción 2				
Opción 3				
Opción 4				
Opción 5				
Opción 6				
Opción 7				
Opción 8				
Opción 9				
Opción 10				
Opción 11				
Opción 12				
Opción 13				
	Criterio Clínico - Impacto	Criterio Clínico - Probabilidad	Criterio Clínico - Detección	EVALUACIÓN FINAL
Opción 1				
Opción 2				
Opción 3				
Opción 4				
	Criterio Financiero - Impacto	Criterio Financiero - Probabilidad	Criterio Financiero - Detección	EVALUACIÓN FINAL
Opción 1				
Opción 2				
Opción 3				
Opción 4				

Fuente: Elaboración propia

• Finalmente, de acuerdo al grado de importancia de cada opción, falla o riesgo (evaluación final de la Tabla 11), se procede con la valoración de cada uno (Tabla 12); el riesgo puede variar según su valor, determinando su calificación (riesgo muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto) y llegando a una posible acción o decisión a tomar para reducir la vulnerabilidad del fallo o riesgo.

Con esta información el gestor o profesional puede llevar a cabo una acción general conforme a la estimación de cada riesgo.

Tabla 12. Valoración de los riesgos identificados

VALOR	RESULTADO	CONCLUSIÓN
8-10	MUY ALTO	Riesgos que Necesitan MITIGACIÓN.
6-7.9	ALTO	Riesgos que Necesitan MITIGACIÓN.
4-5.9	MODERADO	Riesgos que Necesitan

		INVESTIGACIÓN.
2-3.9	BAJO	Riesgos que Necesitan MONITORIZACIÓN.
1-1.9	MUY BAJO	Riesgos que Necesitan MONITORIZACIÓN.

Fuente: Elaboración propia

Las acciones a tomar, de acuerdo a la valoración de cada riesgo, son divididas en riesgos que necesitan ser monitorizados, investigados o mitigados:

- Riesgos para Mitigación: Consiste en definir los controles para aquellos riesgos que se han identificado en la evaluación de los mismos, buscando disminuir la probabilidad de que suceda el riesgo o al menos reducir los impactos que pudieran originar (ISOTools, 2016).
- Riesgos para Investigación: Consiste en profundizar o realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático para aquellos riesgos que se han identificado en la evaluación de los mismos, con el fin de realizar actividades con el propósito de explorar las causas de dichos riesgos.
- Riesgos para Monitorización: Proceso sistemático que consiste en controlar el desarrollo de una acción, utilizando información para hacer seguimiento a los riesgos identificados en la evaluación de los mismos. Aplicar y sugerir los correctivos y ajustes necesarios para asegurar un efectivo manejo del riesgo.

4. Resultados

Los resultados obtenidos, son derivados de la metodología presentada, trayendo a colación la vigilancia tecnológica, el método Delphi y la clasificación de los riesgos para la elaboración de la metodología.

4.1. *Análisis sobre la Vigilancia Tecnológica*

La vigilancia tecnológica revela el estado de la gestión del riesgo en Cuba, Argentina y Perú. En Cuba, es bien reconocida la necesidad de utilizar estándares técnicos específicos para equipos biomédicos en un marco de gestión de calidad y riesgo, basado en mediciones confiables (Guerra, Meizoso, & Ramírez, 2015). Los hospitales de Brasil, están pasando por un importante progreso tecnológico. Sin embargo, la adopción de tecnologías en el entorno hospitalario, aunque es beneficiosa, también crea nuevos factores de daño que deben definirse y monitorearse específicamente a través de los procesos de gestión de riesgos (Andrade & Calil, 2013). En cuanto a la gestión de la tecnología en salud en los hospitales peruanos, se considera como una actividad de gestión que ha sido extremadamente desatendida, lo que pone en peligro las inversiones realizadas para abrir y mantener nuevas instalaciones de salud (Vilcahuamán, Talla, & Córdova, 2015).

La vigilancia indica también que en Colombia no se cuenta con un manual o guía metodológica estandarizada que contenga los requisitos técnicos legalmente establecidos que deben ser tenidos en cuenta para efectuar la evaluación de la tecnología biomédica adquirida (Salazar, Botero, & Jiménez, 2016).

Para llevar a cabo satisfactoriamente los procesos de evaluación y adquisición de tecnología en los hospitales en todas las regiones del mundo, los encargados de tomar decisiones

clínicas deben tener en cuenta la relación con los requisitos del equipo clínico: la capacidad del personal para asimilar la tecnología, la satisfacción del personal médico, el impacto en la dotación de personal, efecto en la prestación de atención y el efecto de la tecnología en el departamento o en otros servicios (David, Maltzahn, Neuman, & Bronzino, 2005).

Finalmente, en la literatura científica consultada no se evidencian desarrollos sistemáticos e informáticos que asocien variables o criterios genéricos en el proceso de adquisición de tecnología biomédica en instituciones de salud.

4.2. Método Delphi

En las entrevistas, se evidencia que la proyección para el tratamiento de los riesgos en las instituciones, se da en un mediano plazo o inmediato; esto hace referencia a la seguridad del paciente y la mitigación pronta de estos para una mejor prestación del servicio.

La mayoría de los modelos propuestos por las instituciones de salud, para la evaluación de tecnología, se utilizan en procesos que previamente fueron evaluados en una matriz de riesgo propia de la institución. No se evidenció una metodología estándar para gestionar los riesgos.

4.3. Clasificación de los riesgos

A través del tiempo, se han conocido criterios tanto técnicos, clínicos y financieros, alrededor del tema de evaluación de la tecnología biomédica, debido a que las instituciones de salud han tomado conciencia de la importancia de la implementación de metodologías de análisis que permitan la justificación y validez de la toma de decisiones (Salazar, 2015).

Del criterio técnico, se revisan los aspectos relacionados con el ámbito funcional y técnico de la tecnología (García & Zuleta, 2011). Dentro de este criterio, es posible tener en cuenta la estructura física apropiada para la tecnología, la clasificación según su riesgo (decreto 4725), soporte técnico humano, manuales técnicos y de usuario, número de años con soporte de repuestos y consumibles, tiempo de uso de la tecnología (si la tecnología es utilizada por más tiempo de lo normal, o si al contrario no está siendo utilizada), entre otros (Buitrón & Giraldo, 2011).

Del criterio clínico se tuvo en cuenta la confiabilidad de la tecnología, la facilidad de uso, disponibilidad de la tecnología al momento de requerir una intervención, la capacitación del personal clínico, la seguridad y el factor de riesgo asociado al paciente, entre otras (Buitrón & Giraldo, 2011).

El criterio financiero es necesario para conocer el estado de las instituciones y pretende conocer la solvencia y liquidez de las inversiones o el flujo de caja (capacidad de la institución para atender sus obligaciones a corto y largo plazo) (Domínguez & Seco, 2010).

Dentro del criterio financiero se tuvo en cuenta los flujos de fondos asociados a las inversiones, el riesgo de las inversiones y la tasa de retorno requerida, el valor presente neto, tasa interna de retorno y el payback (tiempo estimado en que se recupera la inversión de la adquisición), entre otros (Gómez, 2002).

Estos criterios contribuyen en la evaluación del riesgo y son pertinentes para la elaboración de una Metodología de Gestión del Riesgo en el Proceso de Adquisición de Tecnología Biomédica.

La elección de los criterios es reafirmada con el análisis de comparación entre la encuesta

ejecutada en las instituciones de salud y la revisión bibliográfica, se identificaron algunos riesgos pertinentes para la elaboración de la metodología.

5. Discusión

En la vigilancia tecnológica no se identificó una herramienta o metodología para la evaluación del riesgo asociado a la adquisición de equipos biomédicos, sin embargo, se tuvo en cuenta diversas herramientas que gestionan el riesgo en otras áreas tales como la gestión de proyectos y la construcción. Se analizaron artículos como: Construction Project Risk Assessment Using Combined Fuzzy and FMEA (Mohammadi & Tavakolan, 2013), A Hybrid MCDM Technique for Risk Management in Construction Projects (Chatterjee, 2018), FMEA Using Uncertainty Theories and MCDM Methods (Liu C. , 2016), Improving risk evaluation in FMEA with a hybrid multiple criteria decision making method (Liu, You, Ding, & Su, 2015), Systematic failure mode and effect analysis using a hybrid multiple criteria decision-making approach (Liu, You, Shan, & Su, 2017) y MAFMA: multi-attribute failure mode analysis (Braglia, 2000), entre otros, donde se evidencia la combinación de varias metodologías, entre ellas AMFE, AHP y/o lógica difusa, las cuales fueron fundamentales para el desarrollo del enfoque propuesto de una metodología de evaluación del riesgo.

Los datos para la elaboración de la metodología y la combinación de AMFE y AHP son pertinentes en la evaluación del riesgo asociado a la adquisición de equipos biomédicos. Permitiendo llevar a cabo una mejor clasificación de los riesgos que incluye varios tipos de información los cuales no se evidencian en un AMFE tradicional. El uso de un enfoque basado en AHP para el análisis de atributos múltiples proporciona un marco con características interesantes para el proceso de selección de la causa más importante de los riesgos. Sin embargo, esta evaluación aún depende mucho de la percepción de los profesionales de acuerdo a sus cargos y/o apreciaciones en el cálculo convencional para presentar los resultados de AMFE.

6. Conclusiones

- El análisis de AMFE, parece ser una herramienta poderosa para realizar un análisis de criticidad completo sobre la priorización de fallas identificadas en un estudio de confiabilidad para acciones correctivas. Pero la combinación entre AHP y AMFE, permite obtener una clasificación de los riesgos que incluye varios tipos de información los cuales no se evidencian en un AMFE convencional. En particular, el uso de un enfoque basado en AHP para el análisis de atributos múltiples proporciona un marco con características interesantes para el proceso de selección de la causa más importante de los riesgos. El método AHP ayuda al profesional o gestor a trabajar de manera sistemática y analítica, abordando a su vez cada aspecto de los riesgos identificados en una jerarquía (Braglia, 2000).

- El análisis de enfoque de atributos múltiples basado en AHP, integrando aspectos del método AMFE, parece ser una herramienta poderosa para realizar un análisis de criticidad completo sobre la priorización de fallas identificadas en un estudio de confiabilidad para acciones correctivas.

- El uso de un enfoque basado en AHP para el análisis de atributos múltiples, proporciona un marco con características interesantes para el proceso de selección de la falla más importante.

- El uso del AHP puede proporcionar una forma efectiva de cuantificar y clasificar fallas o riesgos críticos.
- El enfoque propuesto forma una base para un proceso continuo de diseño de confiabilidad de un producto o proceso ya que las jerarquías y las prioridades de los elementos se pueden modificar y actualizar fácilmente.
- La metodología planteada puede ser transferida a otros sectores, con el propósito de analizar y evaluar los riesgos asociados a la adquisición de equipos tecnológicos, haciendo una parametrización o ajustes de los criterios y subcriterios, debido a que los criterios presentados están direccionados al ámbito de la gestión hospitalaria.
- La definición de un enfoque de atributos múltiples basado en AHP, integrando aspectos del método AMFE, podría representar un argumento interesante digno de investigaciones sucesivas. También se sugieren nuevas implementaciones reales de esta nueva metodología en diferentes áreas o campos de acción.

7. Referencias

- Braglia, M. (2000). MAFMA: multi-attribute failure mode analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 1017-1033.
- British Standards Institution. (2018). *Gestión de Riesgo ISO 31000*. Retrieved from <https://www.bsigroup.com/es-CO/gestion-de-riesgo-iso-31000/>
- Chatterjee, K. (2018, February 13). A Hybrid MCDM Technique for Risk Management in Construction Projects. *Summetry*, 10-46.
- Escrivá, L. (2015). Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) al dimensionamiento de sistemas renovables. Valencia, España. Retrieved from https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73178/21004036_TFG_14683619461433974905392726327662.pdf?sequence=3
- Escuela Europea de Excelencia. (2018, Julio 17). Principales cambios en ISO 31000. Retrieved from <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2018/07/principales-cambios-en-iso-310002018-gestion-de-riesgos/>
- Federation of European Risk Management Associations. (2003). Estándares de Gerencia de Riesgos. *ferma*, 3. Retrieved from https://www.theirm.org/media/886346/rm_standard_spanish_15_11_04-1-.pdf
- ISOTools. (2016, Agosto 12). *Cómo mitigar riesgos*. Retrieved from <https://www.isotools.cl/mitigar-riesgos-iso-27001/>
- Jimeno, J. (2013, Febrero 12). AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos - Guía y ejemplos de uso. Retrieved from <https://www.pdcachome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>
- Liu, H.-C., You, J.-X., Ding, X.-F., & Su, Q. (2015, December 16). Improving risk evaluation in FMEA with a hybrid multiple criteria decision making method. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 763- 782.
- Liu, H.-C., You, J.-X., Shan, M.-M., & Su, Q. (2017, May 9). Systematic failure mode and effect analysis using a hybrid multiple criteria decision-making approach. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-28.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. (2004). Analyse des modes de défauts et effets. AMDE. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2012, Febrero). Guía de recursos para el proceso de adquisición. Puerto, D. (2011). *La Gestión del Riesgo en Salud en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 9-26.
- Salazar, K. (2015, Octubre 19). Panorama y Desafíos de la Gestión de Tecnología Biomédica en Colombia. Brasil. Retrieved from <http://www.altec2015.org/anais/altec/papers/363.pdf>

- Toskano, G. (2005). El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Lima, Perú.
- Vafaei, N., & Ribeiro, R. (2016). Normalization Techniques for Multi-Criteria Decision Making: Analytical Hierarchy Process Case Study. *Springer*, 261-269.
- Wind, Y., & Saaty, T. (1980). Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 26(7), 41-58.
- Zanussi Company. (1989). FMEA. Guida all'analisi del guasto.

Gestão do medo: potencializando a confiança criativa para a expressão da criatividade nas organizações

Mírian Torquato

Universidade Federal de Santa Catarina, Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento – PPGEGC/UFSC, Brasil

miriantorquato@gmail.com

Édis Mafra Lapolli

Universidade Federal de Santa Catarina, Doutora em Engenharia de Produção – PPGEPP/UFSC, Brasil

edismafra@gmail.com

Resumo

As organizações na atual era do conhecimento e da informação estão inseridas em ambientes competitivos. Dessa forma, os colaboradores, capital intelectual organizacional, necessitam desenvolver seus talentos afluindo o potencial criativo e energia imaginativa em suas ações no contexto do trabalho. Porém, existem fatores inibidores que dificultam o processo criativo nas suas manifestações. Muitas vezes, o medo do fracasso aterroriza as pessoas e, portanto, pode ser considerado, como um dos maiores empecilhos à inovação. Este trabalho tem por objetivo apresentar o sentimento do medo como fator inibidor para o desenvolvimento criativo nas organizações. O procedimento metodológico seguiu a linha da pesquisa qualitativa, de cunho exploratório e descritivo, sendo que na sua trajetória utilizou instrumentos como, entrevista semiestruturada e análise de conteúdo. A pesquisa identificou em especial as influências do medo nos processos de criação. Em linhas gerais, pode-se concluir que as organizações necessitam adotar estratégias de gerenciamento do medo em que os colaboradores possam conquistar a coragem, a singularidade e a confiança criativa tão necessária à expressão dos seus múltiplos talentos culminando na inovação. Assim, para efetivar a gestão do medo foram sugeridas ações direcionadas que potencializam a confiança criativa frente ao medo nos processos de inovação.

Palavras-chave

Potencial Criativo; Criatividade; Medo.

1. Introdução

O advento de novas tecnologias gerou e tem gerado alterações na concepção do trabalho, o que, de certa forma, produziu um repensar em termos das habilidades requeridas para o efetivo desempenho profissional.

As organizações precisam ter sua gestão alinhada ao tripé – pessoas, processos e tecnologia, para o desenvolvimento de um ambiente em que as pessoas possam criar, compartilhar, usar e disseminar o conhecimento no ambiente organizacional, o qual, gerido de forma eficiente, possa, posteriormente, ser utilizado como estratégia e diferencial competitivo.

Entende-se que “criar conhecimento” é um jeito diferente de dizer “inovar” e que o despertar da criatividade contribui para agregar novos conhecimentos derivados das diferentes percepções individuais, novas ideias e, conseqüentemente, a inovação.

As inovações tecnológicas possibilitam novas perspectivas de atuação organizacional, descortinando os horizontes individuais e valorizando, através de suas competências intelectuais, o capital humano. Para isso, é necessário buscar sinergia entre a organização e o indivíduo, de maneira a viabilizar, através de atividades que façam uso intensivo do conhecimento, ações estratégicas relacionadas à inovação.

Sendo a criatividade necessária às organizações se faz necessário que os colaboradores, capital intelectual organizacional, sejam estimulados na sua singularidade a expressar seu talento para a geração de novas ideias e conseqüente criação de produtos e serviços inovadores, pois o ambiente interno com sistemas de normas, valores e desafios pode estimular ou obstruir a criatividade dos colaboradores.

Por se acreditar que a criatividade é inerente ao ser humano e que muitos fatores contribuem para o bloqueio da criatividade, neste trabalho tem-se por objetivo apresentar o sentimento do medo como fator inibidor para o desenvolvimento criativo nas organizações.

Assim, apresenta-se uma pesquisa que busca identificar em especial a questão do medo na condição de obstáculo ao despertar do potencial criativo do Ser Humano.

Justifica-se, assim, este trabalho que procurará obter resultados quanto à necessidade dos gestores reavaliarem os modelos estruturados de gestão, e o propósito de um novo modelo de gestão que possa gerenciar o seu medo e o medo dos colaboradores, com ações que potencializam a confiança criativa frente ao medo para o fortalecimento do comportamento criativo tão imperioso à inovação de processos, produtos e serviços.

2. Metodologia

Este estudo seguiu a linha da Pesquisa Qualitativa, de cunho Exploratório e Descritivo, sendo que na sua trajetória utilizou instrumentos como entrevista semiestruturada e análise de conteúdo.

A revisão bibliográfica foi fundamentada por revisão sistemática nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e ampla pesquisa bibliográfica, onde os autores deixam claro a importância da criatividade nas organizações e que competências individuais são necessárias para a introdução de inovações no trabalho. Porém, ao se encontrar achados referenciando a questão do medo como fator inibidor ao processo criativo, não houve registro de publicações demonstrando de que maneira podem-se trabalhar os fatores que inibem o desenvolvimento do potencial humano. Assim, buscou-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: *Como gerenciar o medo na condição de obstáculo ao despertar do potencial criativo do Ser Humano?*

Com base na revisão bibliográfica foi elaborado um roteiro para uma entrevista semiestruturada que foi aplicada com 37 pessoas que trabalham com criatividade, sendo estas distribuídas no universo de publicitários de comunicação, marketing e propaganda, desenvolvedores de softwares de gestão, analistas de sistemas computacionais, arquitetos, engenheiros, designers, músico, diretor de fotografia em cinema e publicidade, diretor de cinema, atrizes, atores e diretora de teatro, artesãs, artista plástico, empresário, professor universitário de moda e estilista, e profissionais de confecções de adereços e roupas teatrais. O objetivo da entrevista foi extrair dos sujeitos informações que possibilitam reflexões acerca dos seus potenciais e limites enquanto integrantes de grupos criativos no processo de criação.

Portanto, o roteiro foi construído com 47 perguntas e foram estabelecidas, as categorias apriorísticas. Segundo Campos (2004), “Se apriorística, o pesquisador de antemão já possui,

segundo experiência prévia ou interesses, categorias pré-definidas”. Assim, a organização do roteiro aconteceu com o estabelecimento de 6 (seis) categorias, ou seja, *Potencial criativo* (PC), *Criatividade* (C), *Conhecimento* (CO), *Medo* (M) (enquanto obstáculo inibidor da criatividade), *Liderança* (L) e *Autoconhecimento* (A).

Estabelecidas as categorias, buscou-se estabelecer as subcategorias e respectivos objetivos, tais como:

- ✓ *Aspectos cognitivos* - Verificar as percepções das pessoas entrevistadas sobre suas capacidades, possibilidades, limitações.
- ✓ *Autorrealização* - Verificar percepções sobre a capacidade de criar, como fonte de prazer, a partir de fatores internos (instinto natural) e fatores externos.
- ✓ *Ambiente Organizacional* - Verificar estratégias utilizadas para transformar ideias em ações frente a barreiras e dificuldades.
- ✓ *Necessidade de inovar* - Identificar necessidades de mudanças internas.
- ✓ *Liberdade de expressão* - Verificar como a criatividade fica estabelecida entre o “querer” e “fazer” acontecer.
- ✓ *Novo conhecimento* - Identificar se o conhecimento é fonte de inquietude para gerar ideias que agreguem valor.
- ✓ *Obstáculos* - Identificar fatores limitantes que obstruem a criatividade.
- ✓ *Espaço Cognitivo* - Verificar a importância de espaços adequados para a troca de informação e geração de ideias e Identificar fatores positivos e negativos com o uso das TICs no processo de criação.
- ✓ *Comunicação* - Identificar como acontece a comunicação entre os membros dos grupos criativos.
- ✓ *Compartilhamento e Disseminação do Conhecimento* - Verificar como acontecem as relações num grupo criativo quanto ao processo criativo (novos conhecimentos, compartilhamento e disseminação do conhecimento).
- ✓ *Capacitação* - Identificar a necessidade de investimentos em cursos de capacitação para os membros de grupo criativos como facilitadores à aquisição de novos conhecimentos.
- ✓ *Confiança*- Verificar se as pessoas acreditam no seu poder de criação mesmo que ocorram obstáculos e se sentem segurança em expor suas ideias ou criação propriamente dita.
- ✓ *Clima organizacional* - Verificar se, ao existir um clima de medo nos grupos criativos, a organização dá oportunidade de eliminá-lo e incentiva as novas estratégias diante de obstáculos.
- ✓ *Tomada de decisão* - Identificar se os participantes dos grupos criativos sentem medo para tomadas de decisões diante de processos ou produtos criativos.
- ✓ *Fracasso* - Verificar se o medo do fracasso interfere no processo de criação.
- ✓ *Obstáculos* - Identificar junto aos entrevistados como o medo na condição de obstáculo pode inibir a criatividade de uma pessoa.
- ✓ *Barreiras* - Verificar o papel da liderança como fator limitante no processo criativo dos liderados.
- ✓ *Poder* - Compreender os sentimentos das pessoas quando são impostas regras, limites, metas e prazos a cumprir para o processo de criação.
- ✓ *Liberdade/ Flexibilidade* - Identificar se a liderança pratica o fato de que ser inovador significa poder mudar (ser flexível) dando liberdade e estando aberto às

sugestões de seus liderados.

- ✓ *Reconhecimento* - Verificar se os membros dos grupos criativos são recompensados e reconhecidos por seus trabalhos e como se sentem quando reconhecidos.
- ✓ *Incentivo ao intraempreendedorismo* - Verificar se os gestores incentivam o intraempreendedorismo dando liberdade aos componentes dos grupos criativos para opinarem e criarem algo inusitado no intuito de promover a inovação.
- ✓ *Autoconfiança* - Perceber a autoconfiança que potencializa a confiança criativa das pessoas em seus processos criativos.
- ✓ *Reflexão* - Verificar se as pessoas procuram refletir sobre suas necessidades, desejos e aspirações para uma vida mais harmoniosa, ou seja, com coragem e determinação.
- ✓ *Diálogo* - Verificar se as pessoas estão abertas ao diálogo para expor suas dificuldades, necessidades, e aspirações na busca de serem autênticas e conhecedoras de suas essências.
- ✓ *Mudança* - Identificar se os entrevistados praticam o autoconhecimento como ponto de partida para o processo de mudança pessoal e/ou profissional.
- ✓ *Novos conhecimentos, habilidades e atitudes* – Verificar as percepções das pessoas que pertencem a grupos criativos de como lidar com o medo nos processos criativos e na vida diária e quais ferramentas para o desenvolvimento pessoal que mobilizam o despertar da criatividade.

Após a coleta dos dados, buscou-se fazer a análise e interpretação desses dados em consonância com o referencial teórico, onde se optou pela técnica de Análise de Conteúdo. O uso do referido método permitiu a análise dos depoimentos dos sujeitos da pesquisa, bem como, possibilitou uma melhor interpretação qualitativa das informações obtidas. Com base nos resultados foi possível analisar os fatores que limitam o potencial criativo do ser humano frente ao medo e que uma gestão do medo se faz necessária no contexto das organizações. Foi possível também estabelecer ações que potencializam a confiança criativa frente ao medo.

3. Potencial Criativo e Criatividade

3.1. Potencial Criativo

O potencial criativo é entendido por diversos estudiosos do comportamento humano como a capacidade que o ser humano tem para produzir, transformar e agir no ambiente em que vive, de acordo com suas necessidades e aspirações.

Cada ser humano é único em sua identidade e, portanto, singular em termos de seu potencial criativo. A expressão da identidade se dá na relação com o outro e com o mundo, dentro de uma postura ética, traduzida pelo respeito aos semelhantes. A autonomia se constrói a partir das potencialidades humanas, daquilo que cada um é, do que traz em sua herança genética. O potencial criativo pertencente à evolução da vida, sendo a arte o despertar de novas sensibilidades, trazendo algum aspecto novo através da sensibilidade corporal (TORO, 2002). Portanto, as expressões criativas passam pela corporeidade, ou seja, pela capacidade de sentir o corpo em movimento, com infinitas possibilidades de criação. Assmann (1995) ressalta que essa corporeidade possui um infinito potencial criativo, pois nossos movimentos, plenos de vitalidade, se movem em busca de inovar, de construir, de encontrar novas formas de descobrir o mundo.

A expressão (manifestação) do potencial criativo, ou seja, a arte de criar está ligada aos

impulsos de inovação frente à realidade. Torquato e Lapolli (2013, p. 167) corroboram dizendo que "só o homem tem o potencial criativo e inovador e, portanto, torna-se indispensável o desenvolvimento de suas habilidades para que a criação e inovação possam florescer".

3.2. Criatividade

Nos mais remotos tempos, a criatividade, sempre foi concebida como uma forma de "inspiração divina", como forma de intuição (na linha cartesiana) e como loucura.

A etimologia da palavra, criatividade está relacionada com o termo "criar", do latim *creare*, que significa "dar existência, sair do nada, estabelecer relações até então não estabelecidas pelo universo do indivíduo, visando a determinados fins" (PEREIRA, MUSSI E KNABBEN, 1999, p. 4).

A criatividade é uma das expressões da capacidade inesgotável do ser humano de se transformar e transformar o meio onde vive. Tem a ver com os processos de pensamentos que se associam com imaginação, insight, invenção, inovação, intuição, inspiração, iluminação, e originalidade. Ela diz respeito a uma disposição de pensar diferente e para "brincar" com ideias (ALENCAR, 1996).

Segundo Pasinato, (2007), a criatividade tem relação com a necessidade intrínseca do ser humano de inovar, de buscar novas soluções para as dificuldades encontradas, de criar novas formas condizentes com as possibilidades de ser o autor e protagonista de sua existência.

Tal capacidade de produzir, fazer ou tornar algo em uma coisa nova e válida, permite as pessoas aprender através do erro ou acerto sendo necessário influenciá-las para o processo de criação, ou seja, os processos produtivos intangíveis. (POPE, 2005), (FIALHO et al., 2006) e (TERRA, 2009).

As pessoas precisam de feedback positivo, pois reforçará suas expectativas de sucesso no desempenho criativo e com confiança estabelecida, aumentará a criatividade para o surgimento de novas oportunidades e possibilidades como também reforçará a confiança em outros domínios da vida (OETTINGEN et al., 2012).

Machado (2014) comenta que o ser humano se beneficia das tecnologias da informação porque é detentor da capacidade cognitiva, acúmulo de experiências, conhecimentos e capacidade de criação (ativos intangíveis) podendo assim aplicar às inovações tecnológicas (ativos tangíveis e produtos do conhecimento humano acumulado).

Sendo assim, no mundo dos negócios, a criatividade se manifesta na forma de inovação e seu maior valor só surge com a coragem das pessoas de colocarem as ideias em prática, e para tanto, precisam de ajuda para redescobrirem o que elas já possuem: a capacidade de imaginar, ou expandir ideias originais (KELLEY; KELLEY, 2014).

4. O Medo como Fator Inibidor à Criatividade nas Organizações

4.1. O medo

Originalmente, o medo é uma reação instintiva a perigos reais, vinculadas às respostas de luta, fuga e esquívamento do ser humano, sendo assim, um mecanismo de sobrevivência (TORO, 1987, p. 75).

Na área da psiquiatria, Sadok e Sadok (2007, p. 311), dizem que entre outras emoções, "o medo é considerado como ansiedade causada por perigo, conscientemente reconhecido e

realista". Os autores citam Charles Darwin que indicou que a palavra medo é derivada das palavras que significam "súbito" e "perigo" e que, em 1896, Darwin deu descrições psicofisiológicas do medo agudo tais como:

O medo é precedido de susto. [...] o homem aterrorizado primeiro fica imóvel e sem respirar como uma estátua, ou se agacha como se, de forma instintiva, fosse capaz de escapar de ser observado [...] os braços podem estar estendidos, como para evitar algum perigo terrível [...] em outros casos, há uma súbita e incontrolável tendência a fugir; e isso é tão forte que mesmo os soldados mais audaciosos podem ser tomados por pânico súbito (SADOK; SADOK, 2007, p. 631).

Na mitologia grega, o Minotauro ou Touro de Minos é uma figura com cabeça e cauda de touro e corpo de homem responsável por preencher o imaginário do povo grego com histórias de medo e de terror. Fialho e Fialho (2000) dizem que na lenda, o rei Minos, assustado, constrói um labirinto para colocar o Minotauro. Os deuses, em retaliação, fazem acontecer muitos desastres na ilha, e assim sacrifícios humanos são oferecidos ao Minotauro.

Segundo Toro (1987), o Minotauro simboliza o aspecto selvagem e instintivo de nossa força primordial e o labirinto simboliza o caminho interior, a intrincada trama da nossa existência, nossos conflitos essenciais, nossas dúvidas, medos e enigmas.

Já Vilas-Boas (2003), numa reflexão sobre textos mitológicos, faz uma análise sobre aspectos ligados ao Minotauro, de três textos: “*The Minotaur takes a cigarette break*” (2000) do norte americano Steven Sherrill; “*Das Verstech des Minoutaurs*” (2001) da alemã Undine Gruenter (2003); e “*Le Souffé de Minoutaure*” (2002) da francesa Anne Parlange. O autor comenta que Sherrill aproveita as partes do mito para questionar o homem do presente, já que todos nós temos um passado, uma história e que o Minotauro é o monstro que temos em nós, mas que conseguimos manter escondido e dominado.

Tezza (2004, p. 98) diz que "o cultivo do medo acirra a dependência, com suas manipulações"; por parte de uma minoria em detrimento das necessidades reais de toda a humanidade.

De acordo com Maceika e Zabelavičienė (2012) a pessoa, ao experimentar o medo, cria sentimento de insegurança e perde a liberdade criativa tornando-se um fardo insuportável.

4.2. Fatores vinculados ao medo que inibem a criatividade

É certo que criatividade é um mecanismo que conduz a organização para o diferencial competitivo. Porém, existem fatores vinculados ao medo que dificultam o processo criativo organizacional. O mais comum no ser humano é não acreditar ser criativo. Se uma pessoa acredita ser carente de criatividade, ela não vai perseguir formas criativas de se expressar (SETIADI et al., 2013).

Groth e Peters (1999) no artigo intitulado ‘*What Blocks Creativity? A Managerial Perspective*’, apresentam uma pesquisa sobre constrangimentos que inibem a vontade criativa de pessoas no ambiente de trabalho e concluíram que são diversos os fatores que inibem a vontade criativa, dentre os quais se destaca:

- estresse;
- humor;
- normas sociais;
- limitações de trabalho, falta de conhecimento, confiança e motivação;
- pressões;
- socialização;
- reconhecimento;

- medo do sucesso, medo de desafio, medo do fracasso, medo de rejeição, medo do ridículo e medo de críticas.

Neste viés, Dazza (2003) corrobora com o resultado de sua pesquisa realizada em uma empresa mexicana de 535 funcionários para checar as barreiras organizacionais citando atitudes organizacionais que dificultam a criatividade. São elas:

- alta pressão por resultados;
- excesso de normas, controles e trâmites internos;
- estrutura verticalizada;
- pouca delegação de poder;
- tolerância mínima em relação aos erros;
- concentração de informação;
- objetivos pouco definidos e não compartilhados com os colaboradores;
- escasso compromisso com as mudanças por parte dos dirigentes;
- falta de canais regulares para a obtenção de feedback por parte do cliente com relação ao produto ou serviço;
- não escutar ou valorizar as ideias dos colaboradores;
- falta de reconhecimento dos colaboradores;
- estresse;
- funções rotineiras e pouco estimulantes.

Freitas Júnior et al. (2013), consideram que quando existirem barreiras organizacionais, os insights individuais podem não passar por todo o processo de criação do conhecimento, fazendo com que as grandes ideias, os grandes argumentos e os grandes conceitos sejam extintos e nunca transformados em serviços ou produtos de sucesso.

Neste contexto, Kelley; Kelley (2014) alertam que muitas vezes, o medo do fracasso aterroriza as pessoas, tais como: medo de ser criticado, medo de começar, medo do desconhecido. E que apesar de muito já ter sido escrito sobre o medo do fracasso, ele permanece sendo o maior obstáculo ao sucesso criativo.

Assim, Catmull (2014, p. 121), pondera que:

Precisamos pensar no fracasso de uma forma diferente. [...] Erros não são ruins. Eles são uma consequência inevitável de se fazer algo de novo [...] Contudo, quando digo que a aceitação do fracasso é parte importante do aprendizado, também estou reconhecendo que isso não basta, porque o fracasso é doloroso.

5. Gestão do Medo

5.1. O Papel dos Gestores para a Expressão da Criatividade no Contexto Organizacional

A retenção de talentos ocorre pelo desenvolvimento do potencial humano e a valorização das pessoas na organização.

Sinzato (2007) diz que há líderes que atuam utilizando meios nada adequados para fazerem as pessoas trabalharem, tais como: trabalhos orientados pela imposição, onde reagem a incertezas e ao caos por meio do poder e investem em emoções primitivas como o medo e interesse próprio. Mas, também são constantemente confrontados com uma diversidade de limitações (OKE et al., 2012).

Assim, cabe ao líder, enquanto gestor de pessoas, buscar a resolução dos problemas de

forma proativa, com olhar ao conflito como uma oportunidade de envolver seus liderados na solução de problemas.

Willerding, Torquato e Lapolli (2014, p. 4), sustentam a ideia de que:

O líder de uma empresa tem papel de grande importância no processo de inovação. [...] Toda equipe necessita de um líder que seja capaz de orientar, mostrar caminhos e gerar grandes resultados, onde com suas características técnicas e comportamentais, como carisma, humildade, sinceridade e compreensão têm a missão de inspirar seus colaboradores para a conquista por meio da motivação.

Kelley e Kelley (2014, p. 17) corroboram dizendo que “só precisamos ajudar as pessoas a redescobrir o que elas já possuem: a capacidade de imaginar, ou expandir, ideias originais.”

Cabe assim ao gestor, gerenciar o seu medo e os medos dos seus liderados, para que adquiram a capacidade de ter novas ideias e a coragem para testá-las, ou seja, adquirem a tão necessária confiança criativa.

5.2. Gerenciando o Medo para Potencializar a Confiança Criativa

O impulso criativo se manifesta como inovação frente à realidade. Está presente quando o homem sente vontade de alterar algo, quando existe a necessidade de se comunicar e expressar o seu ser (PASINATTO, 2007). Para tanto, Fialho e Spanhol (2008) afirmam que é preciso criar espaços de aprendizagem e de construção de conhecimento, construindo um diferencial competitivo, por meio do desenvolvimento humano e organizacional com base na motivação dirigida para a criatividade e inovação.

Seria prudente, por parte dos gestores beneficiarem uma formação para o desenvolvimento de habilidades, dispor de tempo para experiências com resoluções criativas de problemas, sem penalidades para que os colaboradores possam construir um senso de confiança para o trabalho criativo (TIERNEY; FARMER, 2011).

Cerne, Jaklic e Skerlavaj (2013) ponderam que líderes são modelos de comportamento para ideias inovadoras, e são atores importantes para o reforço de comportamentos inovadores. Para tanto, as pessoas devem perceber e redescobrir seu potencial criativo e conquistar a confiança criativa. “A confiança criativa constitui uma maneira de ver o seu potencial e o lugar no mundo com mais clareza, livre da confusão causada pela ansiedade e pela dúvida” (KELLEY; KELLEY, 2014, p. 21).

As pessoas dotadas de confiança criativa tomam decisões melhores, mudam de direção com mais facilidade e são capazes de encontrar soluções para problemas aparentemente impossíveis, enfrentando os desafios com a mesma coragem recém-descoberta (KELLEY; KELLEY, 2014).

Deste modo, Boog (2007, p. 281) considera que "o ser humano tem necessidade de autoconhecimento, crescimento pessoal, de completude e de desenvolver aspectos de sua personalidade que, muitas vezes, são até desconhecidos e difíceis de encarar".

Neste viés, Torquato (2017, p. 80) considera que:

O autoconhecimento é ponto de partida para o processo de mudança pessoal, em que as pessoas passam a conhecer suas habilidades, fortalecem a autoconfiança, desenvolvendo uma atitude de flexibilidade e uma visão de mundo, na qual as mudanças são concebidas como desafios e oportunidades.

Assim, por meio do autoconhecimento a pessoa passa a conhecer e a lidar com as próprias emoções desenvolvendo suas habilidades, atitudes e receptividade às mudanças e às inovações.

González-Gómez e Richter (2015) consideram que não basta somente investir na criação de ambientes que incentivam a criatividade de equipes, mas sim, devem investir em

treinamento ou formação de colaboradores.

Portanto, é importante que gestores pratiquem e estimulem o autoconhecimento de seus liderados por meio de abordagens centradas no ser humano que possibilitem o enfrentamento dos medos existenciais e conseqüentemente aumentem a confiança criativa nos processos de criação e inovação.

5.3. *Abordagens centradas no ser humano*

São muitas as abordagens que estudiosos utilizam para o estímulo do autoconhecimento e a confiança criativa das pessoas nas suas relações pessoais e profissionais. Privilegiam-se, neste estudo, as abordagens *Design Thinking*, *Socioterapia*, *Biodanza®*, *Psicodrama*, *Jogos Teatrais*, *Eneagrama* e *Arteterapia*, que em suas metodologias, apresentam similaridade, principalmente no aspecto da aplicação de vivências.

Design Thinking: Design Thinking é uma abordagem que trabalha em um processo multifásico e não linear - chamado *fuzzy front-end* que permite interações, aprendizados constantes e geração de ideias em diversos contextos. Como há várias etapas para serem desenvolvidas, requer a participação constante de todos os colaboradores incluídos no processo. As pessoas precisam se comunicar, dialogar e trocar ideias, para a geração de ideias em grupo e, conseqüentemente, para soluções criativas (VIANNA et al., 2011).

Socioterapia: A socioterapia tem por finalidade centrar o indivíduo; possibilitar o autoconhecimento; descarregar as tensões aprisionadas; percepção interior e abertura para a vida, de forma que ele possa perceber sua ação no dia a dia e transformar a realidade em que vive (TORQUATO, 2017, p. 273). Segundo Tezza (2004, p. 103), a socioterapia é uma proposta de prática profissional que desperta o autoconhecimento, a partir da percepção de si, do outro e da transformação das relações sociais, com consciência.

Biodanza®: A Biodanza® emprega uma metodologia vivencial, dando ênfase na experiência vivida, no aqui e agora. É um sistema de integração humana, renovação orgânica, de reeducação afetiva e de reaprendizagem das funções originais da vida e tem como objetivo prioritário a superação das dissociações, dando permissão à coragem para ter fortes motivações para viver, boa saúde, laços afetivos duradouros e estar bem profissionalmente (TORO, 2002).

Psicodrama: O Psicodrama é facilitador da manifestação das ideias, dos conflitos sobre um tema, dos dilemas morais, impedimentos e possibilidades de expressão em determinada situação, possibilitando que as pessoas possam resgatar o poder de suas próprias capacidades para o seu existir e ser agente de sua transformação. De acordo com Vicente (2005), o Psicodrama se baseia num conjunto de técnicas, em que, através do jogo teatral improvisado, visa exprimir e desenvolver as disposições mentais latentes dissimuladas ou repudiadas da vida mental e, principalmente, da vida psíquica.

Jogos Teatrais: O sistema de jogos teatrais traz estímulos corporais e intelectuais a quem joga e tem como objetivo a superação de desafios, libertação das regras impostas pela sociedade e possibilita aos participantes a criação de maneiras diferentes para romper limites, dar asas à imaginação e o poder de entrega ao novo (SPOLIN, 2010). Vivências criativas permitem “um espaço de descobertas individuais e coletivas buscando desde o universo do teatro, novas nuances que estimulem o autoconhecimento, o reconhecimento do outro” (FOSSARI et al., 2015, p. 378).

Eneagrama: O Eneagrama tem como objetivo o desenvolvimento pessoal e profissional, baseado em autoconhecimento e autodomínio, possibilitando ao participante autoconsciente das emoções que o influenciam diretamente, bem como, identifica os elementos motivadores e

desmotivadores de seus potenciais pessoais e profissionais. Descreve em profundidade 9 (nove) tipos de comportamentos, estratégias e motivações e permite que as pessoas tomem consciência, planejem e desenvolvam seus gaps e dons às necessidades em suas vidas em nível pessoal e profissional (RISO, HUDSON, 2015).

Arteterapia: A arteterapia é um convite ao autoconhecimento através de um caminho lúdico, criativo e prazeroso que favorece o despertar de potencialidades das pessoas, o acesso às imagens do inconsciente e a possibilidade de ressignificar as experiências vividas. Tem como objetivo a liberação de emoções, de conflitos internos, de imagens perturbadoras do inconsciente, contato com ansiedades, conteúdos reprimidos, medos, coordenação motora, equilíbrio físico/ mental/ espiritual, dentre outros aspectos (CARNEIRO; MACIEL, 2012).

6. Resultados

Com a pesquisa realizada a partir da revisão bibliográfica e da análise dos relatos dos entrevistados foi possível identificar que:

- Espaços adequados para a troca de informação e geração de ideias por meio de ferramentas de tecnologias de informação e comunicação favorecem o processo criativo, embora haja ressalvas sobre o uso da tecnologia. Alguns entrevistados demonstraram defensores de que o ato criativo precisa ser exercitado através da sensibilidade da pessoa.
- Há a necessidade de ambientes para conversas informais. A questão do envelhecimento no trabalho foi abordada como problemática do não aproveitamento das melhores práticas, para a troca de conhecimento entre profissionais mais experientes e os mais jovens.
- Empresas que trabalham com prazos, a comunicação é falha, pois não disponibilizam tempo para a troca de informação e compartilhamento do conhecimento.
- O medo está intimamente ligado com a questão da autoimagem, o receio de não ser reconhecido e valorizado diante dos trabalhos que exigiram processos e soluções criativas.
- O medo do fracasso das pessoas está relacionado ao não querer admitir erros nos processos criativos e no resultado final das soluções.
- O medo em delegar tomadas de decisões aos colaboradores fica caracterizado pela insegurança por parte das lideranças em delegar tomadas de decisões.
- Barreiras organizacionais dificultam a vontade criativa.
- O clima organizacional baseado no medo acontece quando lideranças não estão abertas ao diálogo e não estabelecem uma relação de receptividade e aconchego junto aos seus colaboradores.
- Ainda que o medo exista como instinto natural de defesa das pessoas, porém é um fator inibidor no processo criativo e que precisa ser gerenciado para potencializar a confiança criativa.
- Ações direcionadas ao desenvolvimento do potencial criativo que potencializam a confiança criativa frente ao medo por meio do autoconhecimento devem ser investidas no contexto das organizações.

Ainda como resultado da pesquisa foi possível elencar algumas ações que potencializam a confiança criativa frente ao medo com base na revisão bibliográfica, nos

relatos e sugestões dos entrevistados. São elas:

- a) Criar espaço cognitivo
 - *Ambientes descontraídos* para conversas formais e informais com lideranças e liderados.
 - *Reuniões frequentes* para compartilhamento do conhecimento organizacional e feedbacks aos colaboradores.
 - Espaços para o *desenvolvimento e manifestações* da criatividade que possam ser exploradas pelo artesanato; re-criação de contos; desenhos livres; criação de histórias em quadrinhos, textos de dramaturgia, canções e formação de grupo musical.
 - Espaços nas empresas para participação de *cursos que visam o conhecimento e autoconhecimento*.
 - Capacitar colaboradores para o *compartilhamento de informações* relacionadas ao conhecimento de todas as áreas do ambiente organizacional e das “melhores práticas”.
 - Cursos de desenvolvimento da *área tecnológica, gestão de pessoas, de relacionamento interpessoal, empreendedorismo e liderança*.
- b) Possibilitar abordagens centradas no ser humano.
- c) Promover a comunicação no ambiente de trabalho com cursos de expressão corporal, oficinas de teatro e cursos de oratória.
- d) Incentivar e promover atividades físicas.
 - *Vivências* com caminhadas em lugares distantes, matas e no escuro. A experiência consiste em experimentar a escuridão, pois o não reconhecimento da área explorada pode gerar insegurança e vários medos.
 - *Esportes radicais*. A superação de desafios é fundamental para a autorreflexão dos sentimentos gerados, principalmente o medo.
 - *Artes marciais*. Na luta, cada pessoa experimenta a questão da flexibilidade e do medo para atingir os objetivos desejados, sendo que o respeito e o cuidado com o outro são fundamentais.
- e) Incentivar a leitura e debates sobre temas de filmes relacionados ao autoconhecimento e medo. Sabe-se que existem inúmeros filmes que podem ser indicados para estudos sobre a temática do medo, porém citam-se aqui as indicações dos entrevistados:
 - Leitura de poemas para reflexões sobre o medo: Poema de Carlos Drummond “*Congresso Internacional do Medo*” e o texto de Ramon Mena “*El miedo*”.
 - Filmes com temáticas que demonstram o enfrentamento do medo: *300 A ascensão do Império* (2014 - Direção: Noam Murro); *O último samurai* (2014 - Direção: Edward Zwick); *Dança com lobos* (1990 - Direção: Kevin Costner) e *Avatar* (2009 - Direção: James Cameron).
- f) Realizar atividades lúdicas.
 - *Atividades lúdicas e confecção de produtos* com artes manuais para a exploração dos cinco sentidos e aflorar a criatividade.
 - *Parques de diversão*. Por meio de brinquedos radicais há experimentação de situações em que o medo pode ser superado, ainda que se faça presente.

7. Discussão e análise

Com o estudo bibliográfico realizado e da análise de conteúdo das entrevistas, foram identificadas insatisfações e medos nos relatos dos entrevistados para que possam expressar

seus verdadeiros potenciais criativos enquanto partícipes de grupo criativo em nível de colaboradores ou lideranças.

A maioria dos participantes considera-se criativo desde criança, porém existem vários fatores que os limitam ou dificultam a expressão de seus potenciais criativos, tais como: limites, stress, falta de recursos financeiros, falta de confiança, educação e padrões existentes na sociedade. Ficou evidente que o conhecimento é fonte de inquietude nas pessoas que trabalham com criatividade, porém, questões familiares, ambiente de trabalho, fator tempo e tecnologia, assim como padrões impostos, cultura organizacional, reconhecimento profissional dentre outros, impedem que colaboradores possam expressar suas capacidades criativas.

Na maioria dos relatos, é demonstrado que existem vários medos que deixam as pessoas inseguras, sem confiança em seus processos criativos, tais como, o medo de errar, o medo de parecer ridículo, medo de ser avaliado, medo de uma crítica destrutiva.

Líderes devem encorajar seus liderados, assumindo riscos e acertos, atribuindo méritos aos seus liderados. Muitas vezes os colaboradores ficam submetidos à cultura da empresa e sem o poder de convencimento frente a uma ideia, frente a um processo criativo que não seja do interesse da liderança. Porém, muitas vezes, regras conforme padrão de uma hierarquia vertical dificultam líderes setoriais no trato com seus liderados, tolhendo e inibindo processos criativos e deixando toda a equipe “acomodada” sem poder vislumbrar a execução das criações e soluções criativas.

A pesquisa realizada ao revelar que o medo aterroriza as pessoas nos processos criativos, também instigou que o autoconhecimento é fundamental para que a confiança criativa possa acontecer. Toda pessoa tem potencial para ser criativa, mas nem todas realizam esse potencial, por não terem oportunidades de desenvolvê-lo. Buscar o autoconhecimento para conhecer a si mesmo, para perceber suas capacidades, possibilidades e limitações, perceber barreiras e dificuldades, construir estratégias para transformar as ideias em ações criativas, isso é desenvolver o potencial criativo.

Destaca-se o relato de um entrevistado que argumenta que os medos são reflexos da sociedade com regras, valores, tabus e preconceitos que acabam obstruindo a espontaneidade natural das pessoas, o que é diferente na criança que, na sua espontaneidade, não sente medo de se expressar e de enfrentar desafios. Assim, considera-se que a questão do preconceito é uma temática complexa e castradora e por isso a importância do autoconhecimento para que as pessoas possam se sentir fortalecidas e libertas para enfrentar questões sociais impostas pela sociedade e no ambiente de trabalho.

Buscando-se o entendimento que “transformação é ação” e que “ação cura o medo” então fica evidenciada a necessidade do gerenciamento do medo por meio de abordagens que visem transformar as pessoas pelo entendimento de seus medos e, conseqüentemente, torná-las confiantes para a expressão de seus potenciais criativos.

8. Conclusões

A constatação desse estudo reside na certeza de que o ser humano é dotado de ideias, mas, muitas vezes sentem-se pressionados emocionalmente ou coercitivamente, gerando vários sentimentos, especialmente o medo, que acaba inibindo o processo criativo.

Com o estudo realizado pode-se concluir que as organizações necessitam adotar estratégias de gerenciamento do medo em que os colaboradores possam conquistar a coragem, a singularidade e a confiança criativa tão necessária à expressão dos seus múltiplos talentos

culminando na inovação.

As ações sugeridas a partir da revisão bibliográfica e da análise realizada dos relatos dos entrevistados, que potencializam a confiança criativa frente ao medo fortalecem a conclusão de que se respondeu à pergunta de pesquisa deste trabalho, ou seja, obtiveram-se subsídios para efetivar a gestão do medo no ambiente organizacional que preconiza a inovação dos processos, produtos e serviços.

Por fim, conclui-se ainda que quando a criatividade é estimulada, o sujeito se sente mais confiante, experimenta seu poder de criação que é único, genuíno e percebe que é um “ser” que pode construir desconstruir e reconstruir, pois vive em constante transformação e é detentor de inúmeros potenciais. A percepção de seus limites e possibilidades e a aquisição de autoconfiança alimentam a coragem como sujeito ativo e partícipe, com infinitas possibilidades de pertencimentos e enfraquecem o sentimento do medo diante dos padrões, normas, tabus e poderes impostos pela sociedade em que vive.

9. Referências

- ALENCAR, E. M. L. S. (1996). A gerência da criatividade: abrindo as janelas para a criatividade pessoal e nas organizações. São Paulo: Makron.
- ASSMANN, H. (1995). Paradigmas educacionais e corporeidade. 3. ed. Piracicaba, SP: UNIMEP.
- BOOG, G.; BOOG, M. (2007). Manual de treinamento e desenvolvimento: processos e operações. São Paulo: Person Prentice Hall.
- CAMPOS, C. J. G. (2004). Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília, v. 57, n. 5, p. 611-614, set./out.
- CARNEIRO, C.; MACIEL, C. (2012). Diálogos criativos entre a Arteterapia e a Psicologia Junguiana. Rio de Janeiro: WAK Editora.
- CATMULL, E. (2014). Criatividade S.A.: superando as forças invisíveis que ficam no caminho da verdadeira inspiração. 1. ed. Rio de Janeiro: Rocco.
- CERNE, M.; JAKLIC, M.; SKERLAVAJ, M. (2013). Authentic leadership, creativity, and innovation: a multilevel perspective. *Leadership*, v. 9, n. 1, p. 63-85.
- DAZZA, R. P. (2003). Gestão do Conhecimento versus Gestão das Habilidades Criativas nas organizações. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 84-92.
- FIALHO, F. A. P. et al. (2006). Empreendedorismo na Era do Conhecimento: como estimular e desenvolver uma cultura empreendedora alicerçada nos princípios da Gestão do Conhecimento e da Sustentabilidade. Florianópolis: Visual Books.
- FIALHO, F. A. P.; SPANHOL, G. K. (2008). A importância da educação a distância para a educação corporativa. *Revista Diálogo Educacional*, v. 8, n. 24, p. 405-415.
- FOSSARI, C. L. et al. (2015). Vivências e jogos teatrais como suporte a processos de desenvolvimento das características empreendedoras. *In: LAPOLLI, E. M.; FRANZONI, A. M. B.; TORQUATO, M. Vivenciando o caminhar de empreendedores: da trajetória de vida ao sucesso do negócio*. 1. ed., Florianópolis: Pandion.
- FREITAS JUNIOR, V. et al. (2013). Criatividade e Inovação tecnológica: uma análise bibliométrica. *In: ULBRICHT, V. R. et al.. Contribuições da criatividade em diferentes áreas do conhecimento*. São Paulo: Pimenta Cultural.
- GONZÁLEZ-GÓMEZ, H. V.; RICHTER, A. W. (2015). Turning shame into creativity: the importance of exposure to creative team environments. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, v. 126, p. 142-161.
- GROTH, J. C.; PETERS, J. (1999). *What Blocks Creativity? a managerial perspective*. blackwell publishers Ltd 1999. Cowley Road, Oxford OX4 and 350 Main St, Malden, USA.
- KELLEY, T.; KELLEY, D. (2014). *Confiança criativa: libere sua criatividade e implemente suas ideias*. São Paulo: HSM do Brasil.
- MACEIKA, A.; ZABIELAVIČIENĖ, I. (2012). The creativity of innovation team. *Business: Theory and Practice*. 8th International DAAAM Baltic Conference, Anais, p. 530-535.
- MACHADO, E. V. (2014). *Criatividade e Inovação: um estudo de caso em uma Empresa de Base tecnológica*,

2014. 152f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis.
- OETTINGEN, G. et al. (2012). Mental contrasting turns positive feedback on creative potential into successful performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, v. 48, n. 5, p. 990-996.
- OKE, A. et al. (2012). Innovation strategy, human resource policy, and firms' revenue growth: the roles of environmental uncertainty and innovation performance. *Decision Sciences, A Journal of the Decision Sciences Institute*, v. 43, n. 2, p. 273-302.
- PASINATTO, S. (2007). Criatividade e Biodanza®: a trama que qualifica as relações entre crianças. 2007, 123f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- PEREIRA, B.; MUSSI, C.; KNABBEN, A. (1999). Se sua empresa tiver um diferencial competitivo, então comece a recriá-lo: a influência da criatividade para o sucesso estratégico organizacional. *In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO*, 22, 1998, Foz do Iguaçu, PR. Anais.Foz do Iguaçu: ANPAD. CD-ROM.
- POPE, R. (2015). *Creativity: theory, history, practice*. London: Routledge, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 23 fev.
- RISO, D. R.; HUDSON, R. (2015). *A Sabedoria do Eneagrama. Guia completo psicológico e espiritual dos nove tipos de personalidade*. São Paulo: Cultrix. Ltda..
- SADOCK, B. J.; SADOCK, V. A. (2007). *Compêndio de Psiquiatria: ciência do comportamento e psiquiatria clínica*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed.
- SETIADI, N. J. et al. (2013). Assessing creativity skill development in art and design among undergraduate students: Implementing creative potential simulation software to capture creativity-relevant personal characteristics. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING, ASSESSMENT AND LEARNING FOR ENGINEERING, TALE 2013 6654444*, Anais. p. 268-272.
- SINZATO, C. I. P. (2007). *Conheça-te a ti mesmo: uma proposta de desenvolvimento da maestria intrapessoal de líderes*. 2007. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis.
- SPOLIN, V. (2010). *Jogos Teatrais na sala de aula: um manual para o professor*. São Paulo: Perspectiva.
- TERRA, J. C. C. (2009). *Gestão do Conhecimento e Produtividade*. Disponível em:<<http://www.terraforum.com.br/biblioteca/Documents/>>. Acesso em: 29 maio.
- TEZZA, M. C. M. da S. (2004). *Metodologia Socioterápica: um processo para o despertar da consciência*. Curitiba: A Consciência Centro de Socioterapia Consultoria.
- TIERNEY, P.; FARMER, S. M. (2011). Creative Self-Efficacy Development and Creative Performance Over Time, *Journal of Applied Psychology*, v. 96, n. 2, p. 277-293/ 39.
- TORO, R. (1987). *Projeto Minotauro. Biodança*. São Paulo: Editora Vozes. (2002). *Biodança*. São Paulo: Editora Olavobrás/EPB.
- TORQUATO, M.; LAPOLLI, E. M. (2013). A Socioterapia e o despertar da criatividade: um caminho para o processo de inovação em organizações de base tecnológica. *XV CONGRESSO LATINO-IBERO AMERICANO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA – ALTEC, 2013*. Anais. Políticas e Gestão de Ciência e Tecnologia nos espaços Latino- Iberoamericanos. Cidade do Porto/ Portugal.
- TORQUATO, M. (2017). *O DESPERTAR DA CRIATIVIDADE: Gerenciando o Medo*. 2017. 395f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- VIANNA, M. et al. (2011). *Design Thinking: inovação em negócios*. Rio de Janeiro: MJV Press.
- VILAS - BOAS, G. (2003). O Minotauro e os labirintos contemporâneos, *In: AMARAL, A. L. et al. (org.). Cadernos de literatura Comparada 8/9: Literatura e identidade*. Porto: Instituto de Literatura Comparada Margarida Losa.
- VICENTE, L.B. (2005). **Psicodrama**: transferência e contratransferência. *Análise Psicológica*, v. 2, n. XXIII, p. 79- 83.
- WILLERDING, I. A. V.; TORQUATO, M.; LAPOLLI, E. M. (2014). Gestão da inovação: análise em uma organização na área da construção civil de Santa Catarina. *In: CONVIBRA ADMINISTRAÇÃO - XI CONGRESSO ONLINE DE ADMINISTRAÇÃO. Anais*. ISSN 2179-5967. São Paulo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Tecnologías para los objetivos energéticos de las ODS, ejercicio de prospectiva en el paradigma energético colombiano.

Jorge Eliecer Carvajal Alcaraz
Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM,
Colombia.
jorgecarvajal258174@correo.itm.edu.co

Fabian Mauricio Vélez Salazar
Institución Universitaria Pascual Bravo,
Colombia.
mauricio.velez@pascualbravo.edu.co

Melisa Barrera
Universidad de Antioquia, Colombia
mbarrera@udea.edu.co

Resumen

Este artículo se hace una revisión sobre diferentes tecnologías de gestión y eficiencia energética, donde con una metodología cualitativa se hace una correlación de la adopción de dichas tecnologías al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), describiendo sus aspectos más relevantes y sus tendencias, resaltando las tecnologías como fuentes de energía no convencionales renovables, las Smart Energy y los vehículos eléctricos. Con la comprensión de estas tecnologías se hace un ejercicio de Prospectiva basado en un análisis Morfológico que permitió generar escenarios posibles del paradigma energético colombiano y que contribuyen a establecer perspectivas del impacto de la implementación de tecnologías energéticas sostenibles en un país en vía de desarrollo. Con el ejercicio surgieron tres escenarios: el primero resalta a Colombia como un País diverso en su matriz energética y con adopción de tecnologías de gestión energética, un segundo escenario la Generación eléctrica en Colombia sigue siendo moderada respecto al desarrollo de fuentes no convencionales de energía y el tercer escenario donde Colombia sigue apostando a los combustibles sólidos y con dificultades en la gobernabilidad por cuenta del impacto ambiental y el desabastecimiento energético. Con el análisis se evidencia la urgente adopción de tecnologías pertinentes para los objetivos energéticos del desarrollo sostenible.

Palabras claves

Smart Grids, Fuentes no convencionales de Energía renovable, Smart Energy, eficiencia energética.

1. Introducción

La actividad socio económica del hombre desde sus orígenes cambió la relación medioambiental, la porfiada urgencia de conservación del ser humano se ha superpuesto al ambiente natural, donde la dependencia enérgica lo ha llevado a la paradoja del desarrollo sostenible (WWF, 2018). El uso de los combustibles y su impacto en la evolución socioeconómica comenzó con la simple quema de madera para la cocción de alimentos, y

generación de calor; pero a través de la historia su horizonte se amplió al explotar combustibles fósiles como el petróleo y el carbón incentivados por las revoluciones industriales. Esto aceleró no solo el progreso económico, sino el impacto al medio ambiente (Rodríguez Becerra & Mance, 2009).

Este exacerbado desarrollo, y la dependencia energética mundial acentuó la huella sobre el medio ambiente de tal manera, que en la era actual es mayor su impacto que la resiliencia natural del planeta, pues la humanidad consume en recursos el equivalente a 1,7 planetas por año, siendo un insostenible panorama que provocó fenómenos como el cambio climático que se detona como uno de los mayores problemas en el mundo actual (IPCC, 2019).

Ante la realidad de un cambio climático, las naciones están dirigiendo sus políticas al desarrollo sostenible, como la llamada agenda 2030, que fija precisamente el año 2030 como el límite en que la humanidad puede hacer algo para evitar la catástrofe medioambiental (ONU, 2016). De esta forma establecieron serios objetivos intergubernamentales conocidos como Objetivos Mundiales para el desarrollo sostenible (ODS), que es un llamado a las naciones para sostenibilidad social, económica y ambiental (Caceres, 2013).

Para el cumplimiento de los ODS es necesario la implementación no solo de políticas de parte de los estados sino de tecnologías y desarrollos innovadores, que permitan cerrar la brecha digital, mejorar la eficiencia energética, generar la sostenibilidad, realizar una rápida transición energética que acelere la competitividad de las naciones y permita la descarbonización de las economías (Claudio & Coviello, 2013). Así este artículo tiene por objetivo identificar cuáles son las tecnológicas de gestión energéticas que con su adopción permiten materializar, en parte, los objetivos ODS referentes al acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para la humanidad. Con la identificación de las dichas tecnologías se hace un ejercicio de prospectiva enmarcados en el contexto colombiano que ayude de reflexión sobre los paradigmas que se proyectan con la adopción de tecnologías para los ODS energéticos en países en vía de desarrollo.

2. Metodología

Se realizó un análisis cualitativo a través de una revisión bibliográfica donde se enmarcaron según su pertinencia las tecnologías de gestión energética afines a los ODS energéticos como la filosofía de Smart energy y las fuentes no convencionales de energía. Se resaltaron las tecnologías con mayor proyección, acortando la información referente sobre tendencias, barreras técnicas, económicas, y actores importantes que contribuyan a establecer un panorama actual. Esta revisión de información se llevó al contexto colombiano con la cual se realizó un ejercicio de prospectiva, metodología analítico-combinatoria, que planteo una matriz de análisis con selección de diferentes drivers de acuerdo con estudios de prospectiva energética de Colombia. Que permitieron la creación de escenarios posibles donde se establece una correlación de la adopción de tecnologías de gestión y el desarrollo energético sostenible como lo plantea los ODS.

3. Tecnologías en el marco de las ODS

La gestión de la energía de manera eficiente y racional, su investigación y desarrollo tecnológico, son urgentes para el cumplimiento de las metas trazadas por los ODS

(Colciencias, 2018), donde se pueden distinguir los siguientes objetivos como los de mayor afinidad para la adopción de dichas tecnologías:

Objetivo # 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. Objetivo #9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

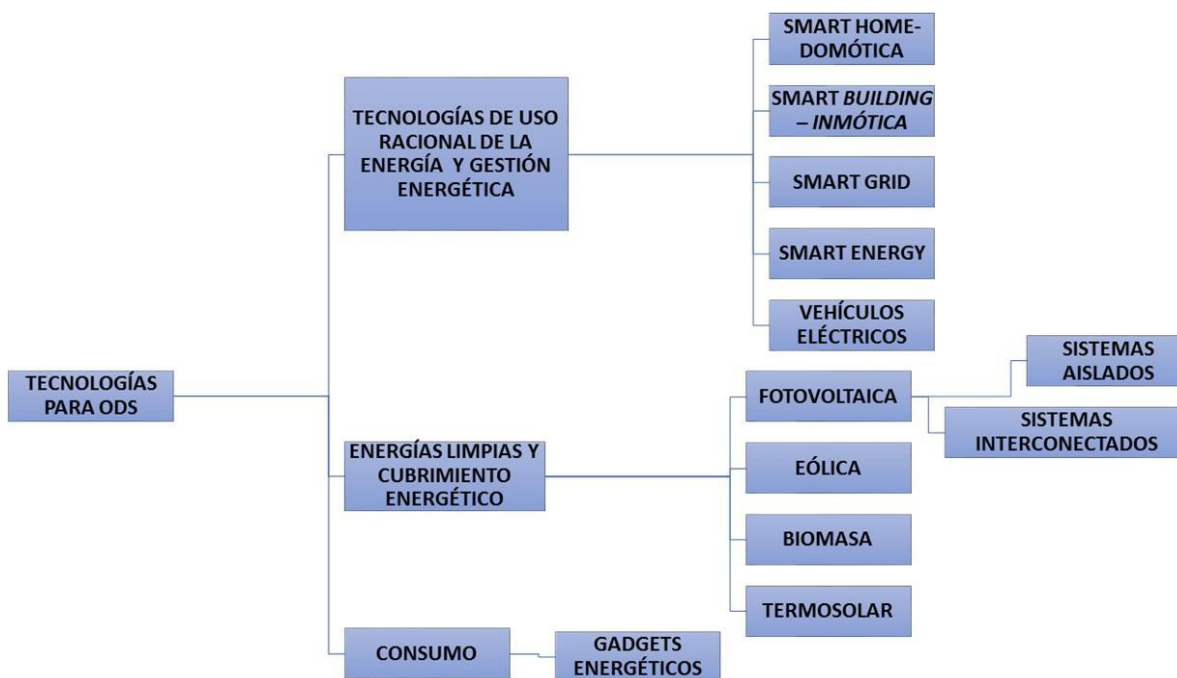
Objetivo #11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Dichos objetivos exigen cerrar las brechas en la adopción de diferentes tecnologías en las que se rescatan por su pertinencia aquellas ligadas a tres conceptos como son: el uso racional y eficiente de la energía (URE), las energías limpias que permitan una rápida transición energética, y las tecnologías para la regulación del consumo energético (UPME, 2017) como se describen en la Figura 1, donde cada uno de estos conceptos a su vez son apoyados con diferentes tecnologías las cuales se describirán en sus características más relevantes.

Figura 1. Tecnologías para la gestión y uso racional de la energía según los ODS energéticos.



Fuente: elaboración propia con base en (ENERTIC, 2018), (ONU, 2016)(OCDE, 2012)(ONUDI, 2016)(UPME, 2015)

4. Tecnologías de uso racional de la energía y gestión energética

En este aspecto se cuenta con tecnologías que permiten un control distribuido de la energía en diferentes formas en las que se resaltan tecnologías como:

- **Smart home y Smart Building:** Estos son neologismos para tecnologías que vienen madurando como son la domótica e inmótica respectivamente, que buscan integrar aún más con sistemas de control, redes de datos, Big data e internet de las cosas (IOT) diferentes aspectos como el confort, seguridad, eficiencia y sostenibilidad energética. En este punto se tiene gran relevancia la integración no solo del control sino el uso de electrodomésticos cada vez más eficientes (Peccisa, Rodríguez, Morón, & García, 2016). Se estima que con sistemas domóticos e inmóticos medianamente inteligentes es posible lograr ahorros energéticos de más del 60%. En este aspecto también se destacan los sistemas de automatización básicos de luces que son los de mayor difusión y penetración de mercado impulsado por constructores que ven en el uso de estas tecnologías una mejora a sus propuestas de valor (Janco, 2012).

Pero el nivel de penetración en viviendas y edificios de estas tecnologías no superan el 5% en países en vida de desarrollo como Colombia, siendo mayor en los países europeos y Estados Unidos con un promedio del 30% de viviendas que cuentan con mínimo un dispositivo de Smart home (Palomar, 2014). Si bien su crecimiento es sostenido, y se esperan mayores desarrollos y dispositivos tecnológicos, se presentan aspectos que no permiten su masificación como son: desconocimiento de la tecnología por parte de la población, en la relación costo beneficio todavía los usuarios lo consideran como bienes de lujo, falta de estándares universales ya que se cuentan con muchos fabricantes que manejan sus propios protocolos y éstos, al ser cerrados, no permiten en muchas ocasiones sistemas multiplataformas o mixtos para una integración tecnológica. (Janco, 2012).

- **Smart energy y Smart Grids:** este tipo de tecnologías permiten el control de múltiples fuentes de energía gestionando desde la generación, distribución y consumo final, con lo que se garantiza la disponibilidad energética, ahorro, integración a gran escala de sistemas de energías renovables, transmisión más eficiente de la electricidad y control de consumos en sistemas macros orientados a integrar la energía en diferentes formas como redes eléctricas, distritos térmicos y de climatización (Lund, Østergaard, Connolly, & Mathiesen, 2017). Estos conceptos tecnológicos son referentes para los ODS, cuando se estima que más del 80% de población mundial se concentrarán en las próximas décadas en las ciudades, presentando dificultades en la gobernabilidad, la productividad y la sostenibilidad. Se necesita un avance decidido en este tipo de tecnologías, pues precisamente, son estas plataformas en las que sustentará el futuro de las llamadas Smart Cities (Noppers, Keizer, Milovanovic, & Steg, 2016).

Si bien actualmente las Smart energy y Smart Grids son conceptos tecnológicos que todavía exigen un mayor avance e investigación. Se destacan dispositivos con tecnologías ya más maduras como los Smart Metering que permiten el monitoreo de variables de consumo de diferentes fuentes, dispositivos o maquinas en el caso de las industrias. Estas tecnologías también generan reportes, y alertas con un alto grado de integración para la autogestión y regulación energética (Felipe & Toro, 2018). Los Smart Metering cambian el paradigma del consumidor pasivo, a uno nuevo donde es protagonista, ya que los medidores inteligentes al recoger y procesar enormes cantidades de datos proporcionan herramientas para que el consumidor final pueda elegir tarifas adecuadas a sus necesidades, mediante la reducción de consumo, emisiones contaminantes y costos (Téllez Gutiérrez, Rosero García, & Céspedes Gandarillas, 2018).

- **Los vehículos eléctricos:** junto con los sistemas de transportes masivos serán en el futuro actores principales para la sostenibilidad de las ciudades, justo cuando se evidencia como el deterioro del aire con gases contaminantes, golpean la gobernabilidad y

productividad de las ciudades ante las pandemias de enfermedades pulmonares. Pero la realidad aún dista de las necesidades medioambientales ya que la matriz energética mundial muestra como el sector transporte representa el 30% del consumo energético y de éste el petróleo cubre la demanda del

91% (REN21, 2016). Lo que demuestra una baja adopción en la sostenibilidad del transporte, que en el caso de los vehículos eléctricos está a la espera de tecnologías disruptivas en baterías acumuladoras de energía ya que la autonomía y el tiempo de recarga no son competitivas con respecto a los combustibles sólidos (Nava, 2017).

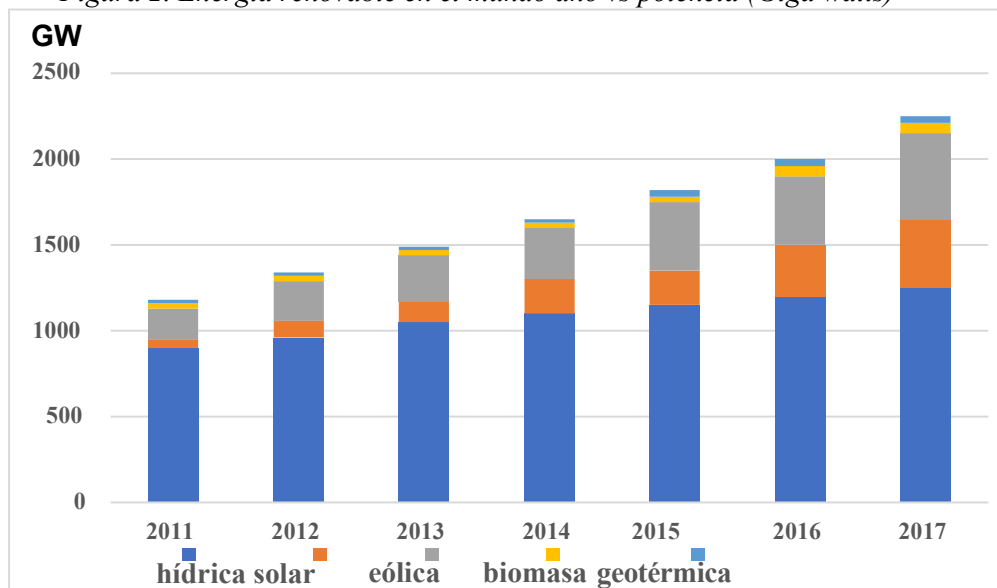
5. Fuentes no convencionales de energía renovables (fncer).

Las energías renovables no convencionales se refieren a las fuentes que tienen un comportamiento de generación continua, siendo inagotables a escala humana. Se renuevan a diferencia de las energías convencionales como los combustibles fósiles en el caso del carbón y el petróleo, y su eficiencia en la generación de gases de efecto invernadero las hacen considerar como energías limpias (Hoyos, Jaime, & Dyner, 2017).

El paradigma mundial exige el uso de las tecnologías relacionadas con las FNCER para el cumplimiento de las metas de los ODS, actualmente el 81% de la energía consumida a nivel mundial proviene de fuentes fósiles, mientras que el 19% restante proviene de fuentes renovables (Robles & Rodriguez, 2018). Estas últimas se encuentran asociadas principalmente con el uso tradicional de la biomasa en aplicaciones como la leña para cocción de alimentos, calentamiento de espacios y la generación hidroeléctrica. En una menor medida, se aprovecha la energía proveniente de fuentes como el sol donde se destacan la energía fotovoltaica, la eólica, la geotermia y la biomasa. Finalmente, se suman al aprovechamiento de fuentes renovables el uso de biocombustibles en el sector transporte y tecnologías en etapas incipientes de desarrollo como es el caso de la energía de los mares en forma de mareas, oleaje, gradientes térmicos o gradientes salínicos (UPME & BID, 2015).

Así, las energías renovables no convencionales se proyectan como las principales fuentes de energía para la generación eléctrica, como se ve en la Figura 2, donde se evidencia como la generación hidráulica tiende a un crecimiento inferior comparado con las fuentes no convencionales eólica y la energía fotovoltaica, la cuales en los últimos seis años muestran un avance significativo, siendo cada vez más asequibles y a su vez se consideran como las tecnologías de mayor aporte al cumplimiento de los ODS energéticos, pues pueden garantizar energía limpia, sustentable y asequible para todos (REN21, 2017) . En el último informe de la agencia internacional de energía renovable (IRENA), se indicó como la energía solar fotovoltaica creció un 32% en 2017, seguida de la energía eólica, que creció un 10%. Este crecimiento se justifica por el avance técnico y la gradual disminución del costo de hasta un 73% del por kilovatio generado (IRENA, 2016).

Figura 2. Energía renovable en el mundo año vs potencia (Giga watts)



Fuente: elaboración propia con base en (UPME, 2017), (IRENA, 2016)

A pesar de la reducción de los costos las FNCR, aun distan de ser competitivas ya que como se observa en Tabla 1 el indicador de retorno energético (Tre), parámetro que permite medir la cantidad de energía que se debe invertir para producirla, es todavía baja en comparación con las fuentes de energías como el carbón y el petróleo, lo que exige un compromiso tecnológico, económico y político para que dichas tecnologías sean más asequibles y competitivas respecto a las no renovables permitiendo cerrar la brecha de la transición energética.

Tabla1 Comparación de diferentes indicadores en fuentes de energía.

Tecnologías de generación	re	ri	Costo * kw	Duración en años
Carbón	0		15 USD	40
Petróleo hoy	0		20 USD	20 por pozo
Fncr fotovoltaica aislada (usan acumuladores de energía, baterías)	0		40 USD	25, revisión de la batería cada 5 años
Fncr fotovoltaica conectada (opera en cogeneración con otros sistemas de suministro eléctrico)			36 USD	25
Fncr eólica	0	5	20 USD	30
Fncr biomasa			6	22

			0 USD	
Fncer termosolar		5	7 0 USD	25

Fuente: elaboración propia a partir de consulta de proveedores de la tecnología y (Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2016), (IRENA, 2016), (REN21, 2017)

6. Ejercicio de análisis morfológico.

En los capítulos anteriores se realizó con referencias bibliográficas y consulta de proveedores, el estudio de los limitantes y paradigmas de las tecnologías pertinentes a los ODS energéticos, con dichos referentes se desarrolló una correlación de los posibles actores y drivers que pueden facilitar o no la adopción de dichas tecnologías en el contexto colombiano, permitiendo crear la tabla de análisis morfológico. El Análisis Morfológico es un método analítico-combinatorio que de manera sistemática permite establecer escenarios futuros mediante una posible combinación de elementos que conforman un objeto de estudio, en este caso se realizó una prospectiva del paradigma social energético del país referenciando el desarrollo de tecnologías como las fuentes no convencionales de energía y las Smart energy que según los resultados de la investigación aportan significativamente al desarrollo de los ODS energéticos (Arias & Acevedo, 2017),

Para el ejercicio de prospectiva se tomaron en cuenta representativos estudios como los realizados por la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, entidad técnica que es uno de los referentes para la gestión energética en Colombia, y que con estudios como el plan energético nacional Colombia: ideario energético 2050, realizado en el 2015 y el mapa energético de Colombia 2018 – 2050 retos en eficiencia energética elaborado el 2019, realizan serios análisis donde plantea escenarios para los siguientes 30 años con base al crecimiento de la demanda y proyecciones de la explotación energética (UPME, 2019). Un reciente informe titulado estudio de prospectiva transición energética para Colombia 2050 de Universidad Nacional elaborado en el 2018, también plantea diferentes idearios con base a un análisis con metodología Delphi (Universidad Nacional de Colombia, 2018) , en dichos estudios se logra identificar diferentes actores relevantes en el futuro energético colombiano rescatando diferentes drivers para el ejercicio de prospectiva como son: el Político, el Ecológico, el técnico, el económico y el legal para este ejercicio a diferencia de los anteriores estudios se correlacionaron para realizar una reflexión sobre la importancia de la adopción de tecnologías para el logro de los ODS energéticos.

6.1. *Driver de Político*

En este driver se analizan el desarrollo de la política pública respecto a la estrategia energética del país, la cual se viene desarrollando históricamente en dos tendencias: una caracterizada por una posición conservadora donde el recurso hidrohidráulico es aprovechado para la generación eléctrica junto con las reservas de carbón para la generación termoeléctrica, esto ha llevado a semblantes donde la política es considerada conformista (Arias & Acevedo, 2017). Una segunda tendencia se da en una alineación a los tratados internacionales de sostenibilidad ambiental, como los ODS, la Cumbre del Clima de París, o la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Universidad Nacional de Colombia, 2018), donde la naciones adquieren compromisos para la reducción del impacto medio ambiental, y que busca la diversificación energética con energía asequible

no contaminante que lleve a ciudades sostenibles (ONU, 2016). Pese a que la nación es líder en cuanto a aprovechamiento de recursos renovables, las tecnologías, el impacto medio ambiental y la seguridad energética se concibe desde una matriz energética diversa que no dependa de una exclusiva forma de generación, en este aspecto la política pública se ve dirigida a los principios de sostenibilidad ambiental y al uso energías como la fotovoltaica y la eólica (UPME, 2015).

6.2. *Driver Ecológico*

En este driver se centró en el desarrollo de una cultura ecológica en la sociedad, donde las comunidades son activas o no respecto a una consciencia social y colectiva sobre el impacto al medio ambiente, este aspecto integra al sociedad civil con mecanismos de participación como grupos de investigación, instituciones, líderes sociales, académicos y empresas para impactar las políticas públicas que promuevan a evitar el aumento del impacto climático (UPME, 2019), la desaparición de recursos naturales, la degradación de las condiciones medioambientales de las ciudades y asentamientos urbanos, la inequidad en distribución de la riqueza natural que derivan corrupción, en violencia, en inseguridad y en insurrección situaciones que a su vez generan mayor deterioro ambiental en un círculo vicioso (Zapata Henao & Franco, 2014).

6.3. *Driver técnico*

El driver técnico toma en cuenta el desarrollo de las tecnologías de FNCE y las basadas en el concepto de Smart Energy, en estas se rescata su desarrollo, las tendencias, las posibilidades de adopción, y sus costos que las hacen competitivas o no respecto a las energías convencionales y de combustibles sólidos (Universidad Nacional de Colombia, 2018). En este punto se resaltan los limitantes tecnológicos actuales como las baterías de acumulación de carga eléctrica ya que, si en el futuro no se cuenta con tecnologías disruptivas en este ámbito, no se podrán desarrollar tecnologías viables desde lo técnico y económico (Real Academia de Ingeniería, 2011).

6.4. *Driver Económico*

Hace referencia al costo de las tecnologías para el futuro energético, como son las energías no convencionales, las cuales podrán ser o no competitivas en precio con respecto a fuentes tradicionales como el petróleo o el carbón (López, Sarmiento, & Sánchez, 2016).

6.5. *Driver legal*

Este driver está ligado con la reglamentación que acompaña a las tecnologías de generación energética, y como permite la comercialización de la electricidad producida por las FNCE, con respecto a formas de generación convencionales como la hidroeléctricas en la que si no existe un marco regulatorio fuerte que incentive una rápida transición energética impactará en el cumplimiento de los ODS de sostenibilidad energética. (Reyes, 2015).

6.6. Matriz de escenarios

Cada driver se evaluó de manera cualitativa para un desarrollo futuro con una perspectiva buena, regular y mala tomando en cuenta las diferentes referencias bibliográficas para la selección de los drivers; a dichos aspectos se dio una ponderación aproximada según el impacto posible, quedando la matriz de análisis como sigue en la Tabla 2.

Tabla 2 Matriz de análisis morfológico

PARADIGMA ENERGÉTICO EN COLOMBIA EN LOS PRÓXIMOS 30 AÑOS			
Drivers	Bueno (1)	Regular (2)	Malo (3)
Político (P)	Política pública impulsa la diversificación de la matriz energética, pasando de una participación del 1% de FNCE a un 30% para el 2050 (UPME, 2015)	Impulsa el uso de fuentes convencionales de energía más que las no convencionales y de Smart donde se produce la mayor cantidad de energía con recursos de energía fósiles al tiempo que intentan bajar las emisiones a través de políticas de producción limpia, donde el 59% de generación será hidráulica, 16% la de gas, 10% la de carbón, 5% la eólica, 2% la solar y 8% otras fuentes. La generación a través de fuentes renovables no convencionales continuaría con una participación pequeña dentro de la matriz energética del país (Convenci & Acccsa, 2013),(UPME, 2015)	No se hacen suficientes esfuerzos para la diversificación de la matriz energética, Colombia le apuesta al fracking aumentando su producción de hidrocarburos en un 56% (Ruíz Suárez & Borbón Bonilla, 2016)
Nomenclatura	P1	P2	P3
%	40	30	30

Ecológico (ECO)	Se tiene una gran conciencia por el cambio climático, que impacta en las actividades sociales del país(Rodríguez Becerra & Mance, 2009).	Se tiene una regular conciencia del impacto del cambio climático, se sabe del daño, pero no se diseñan estrategias para el cambio (ONU, 2016)	No se tiene conciencia con el impacto ambiental la sociedad se muestra indiferente, no existe cohesión social(Rodriguez, 2007)
Nomenclatura	ECO1	ECO2	ECO3
%	30	50	20
T ECNI CO (T)	Las tecnologías en fuentes no convencionales de energía son mejores y más eficientes, además su apropiación nacional se da formalmente (Castillo, Gutiérrez, Vanegas-chamorro, Valencia, & Villicaña, 2015).	Los avances técnicos y tecnológicos no son significativos, la apropiación tecnológica no muy seria(Abella & Álvarez, 2015)	Se tiene serias limitantes tecnológicas y no hay apropiación tecnológica(Blanca-cecilia, 2011)
Nomenclatura	T1	T2	T3
%	30	50	20
Económico (E)	Las tecnologías de fuentes no convencionales de energía y Smart energy bajan sus costos siendo cada vez más competitivas(ENERTIC, 2018)	Las tecnologías de fuentes no convencionales de energía y Smart energy. Sus costos siguen siendo estables(Jiménez González & Díez Ochoa, 2017)	Las tecnologías de fuentes no convencionales de energía y Smart energy poseen altos costos(Carrera, 2016)
Nomenclatura	E1	E2	E3
%	40	30	30
L EGA L (L)	Se cuentan con leyes que estructuran e impulsan las tecnologías de Smart energy y fuentes no convencionales de energía (Telefónica, 2013)	Se cuentan con leyes laxas que no permiten un buen impulso a las tecnologías de Smart energy(Reyes, 2015)	Las leyes impulsan solo el uso de fuentes convencionales de energía(Ruiz Suárez & Borbón Bonilla, 2016).
Nomenclatura	L1	L2	L3
%	30	40	30

Fuente: elaboración propia

6.7. Selección y escenarios

Se tienen restricciones en la matriz, entre las cuales no se converge una política que impulse la diversificación de la matriz energética con leyes laxas o que impulse solo las energías convencionales o la conciencia medioambiental. Las restricciones combinaciones marcadas en rojo no son posibles por coherencia conceptual: P1-P3-ECO1-ECO2, P1-L2-L3.

Tabla 3 Matriz de análisis morfológico con restricciones

¿Como será el paradigma energético en Colombia en 30 años?			
Drivers			
Político	Política pública impulsa la diversificación de la matriz energética	Impulsa el uso de fuentes convencionales de energía más que las no convencionales y de Smart energy	No se hacen suficientes esfuerzos para la diversificación de la matriz energética
%	40	30	30
Ecológico	Se tiene una gran conciencia por el cambio climático, que impacta en las actividades sociales del país	Se tiene una regular conciencia del impacto del cambio climático, se sabe del daño, pero no se hacen nada	No se tiene conciencia con el impacto ambiental
%	30	50	20
Técnico	Las tecnologías en fuentes no convencionales de energía son mejores y más eficientes además su apropiación nacional se da formalmente	Los avances técnicos y tecnológicos no son significativos la apropiación tecnológica no muy seria	Se tiene serias limitantes tecnológicas y no hay apropiación tecnológica
%	30	50	20
Económico	Las tecnologías de fuentes no convencionales de energía y Smart energy bajan sus costos siendo cada vez más competitivas	Las tecnologías de fuentes no convencionales de energía y Smart energy sus costos son siguen siendo estables	Las tecnologías de fuentes no convencionales de energía y Smart energy poseen altos costos

%	40	30	30
Leg al	Se cuentan con leyes que estructuran e impulsan las tecnologías de Smart energy y fuentes no convencionales de energía	Se cuentan con leyes laxas que no permiten un buen impulso a las tecnologías de Smart energy	Las leyes impulsan el uso de fuentes convencionales de energía.
%	30	40	30

Fuente: elaboración propia

6.8. *Primer escenario “el ideal” P1-ECO1-T1-E1-L1*

En este escenario Colombia se muestra como una sociedad que toma consciencia sobre la problemática medio ambiental y presiona a sus dirigentes para que sus mandatos sean alineados al desarrollo de la sostenibilidad. Para lograr tal fin se establecen leyes y políticas que impulsa el uso de las fuentes no convencionales de energía como: la energía eólica y la energía solar, donde ciudadanos y grandes empresas instalan tecnológicas fotovoltaicas para contribuir con la generación y aprovechamiento del potencial energético de Colombia. Y que además con el uso intensivo de tecnologías eficientes y amigables con el medio ambiente, permite poseer una generación eléctrica de más de 25500 MW de energía eléctrica donde más del 10% corresponde a granjas de energía fotovoltaicas ubicadas en la Guajira, Atlántico, Bolívar y en Arauca, regiones de mayor radiación solar (Universidad Nacional de Colombia, 2018). El 20% es producido por energía eólica de campos en la guajira, un 5% es generación por biomasa y en el caso de la energía hidráulica aporta un 50% (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2016). El gobierno nacional garantiza el suministro eléctrico gracias a que su matriz energética se encuentra diversificada y al aprovechamiento de las nuevas tecnologías basadas en la Smart energy con las que se logran sistemas de redes de energía inteligentes y gestión del ahorro; que además de ser tecnologías más económicas que las de combustibles sólidos, permiten a Colombia se líder en la región gracias a los bajos precios y al potencial energético por cuenta de su ubicación geográfica (Checa & Olger, 2016). Con el desarrollo de nuevas baterías de acumulación de energía, que garantizan, en el caso de los vehículos eléctricos, que sean más livianos y autónomos con tiempos más cortos de recarga, Colombia impone, al igual que naciones como Noruega, el uso exclusivo de vehículos eléctricos dejando las dependencias al petróleo y saneando el aire de las ciudades, con lo que se logra un desarrollo sustentable (EY, 2017).

6.9. *Segundo escenario “convencional” P2-ECO2-T2-E1-L2*

Este escenario es más convencional y consecuente con la realidad que se vive ahora, siendo el más probable según la ponderación realizada. En este se encuentra que Colombia se muestra más moderada respecto a la diversificación de su matriz energética, en este aspecto la sociedad civil si bien es consciente del impacto y el cambio climático esta conciencia no es activa(Universidad Nacional de Colombia, 2018), por lo cual las políticas y las leyes con respecto a la diversificación y sostenibilidad energética es tradicional y sigue apostando a fuentes convencionales de energía como la generación hidroeléctrica (Energ, 2014), donde la nación es potencia en la región; en el caso de las tecnologías de Smart energy y las fotovoltaicas estas si bien bajaron sus costos siguen siendo complejas para su adopción,

encontrando desafíos como las baterías de acumulación de energía las cuales siguen siendo costosas y poco prácticas. Colombia al depender más de la energía hidráulica se ve obligada a tener más proyectos de generación eléctrica siendo vulnerable a cambios como el fenómeno del niño que obliga a sufrir una racionalización, ya que la sociedad civil no ha adoptado las tecnologías necesarias para la gestión, ahorro, eficiencia y consumo energético. Dada la dependencia de combustibles sólidos como el petróleo y al acabar sus reservas Colombia debe importar combustible (UPME, 2019), y al tener la sociedad poca disposición para generar una cultura de ahorro y consumo responsable sigue siendo clásica en el uso de vehículos a gasolina con lo cual la contaminación del aire en las ciudades crece y con ello las enfermedades pulmonares con lo que se declaran constantemente estados de emergencia ambiental afectando la movilidad en las ciudades y su productividad (Vanegas López & Castaño Rojas, 2012). El crecimiento en el caso de las fuentes no convencionales de energía se ha centrado en proyectos aglutinados en regiones como la Guajira y Arauca, la generación con fuentes no convencionales pasó de un 1% a un 7% muy inferior al promedio mundial que es de casi el 30% (UPME, 2015).

6.10. Tercer escenario “desabastecimiento” P3-ECO3-T3-E2-L2

En este panorama , Colombia es dependiente de la energía hidroeléctrica y los combustibles sólidos donde las termoeléctricas usan el carbón como principal fuente de generación ya que es barato en comparación con tecnologías emergentes como la fotovoltaica y la energía eólica que si bien se tiene potencial, las tecnologías de autogeneración y celdas solares siguen siendo costosas, lo que se suma que la sociedad civil cada día sea más y más dependiente de las tecnologías sin regular su consumo elevando la necesidad energética a picos superiores que provocan serios desabastecimientos energéticos, siendo necesario importar petróleo ya que si bien con el uso de Fracking la producción de hidrocarburos aumentó en un 56 % durante 20 años (WEC, 2013) siendo el principal producto de exportación del país y mejorando los ingresos a la nación que contribuyo al desarrollo macroeconómico, en el último tercio en años la exploración no dio buenos resultados y la autosuficiencia petrolera de Colombia se perdió, a lo que se le suma el daño visible del medio ambiente como la contaminación de acuíferos, inestabilidad eólica y desforestación (Contraloría, 2017). Esto llevo a racionalizar de manera constante la energía en Colombia y a importar crudo. En las ciudades se usan vehículos a gasolina ya que la tecnología de vehículos eléctricos sigue siendo costosa para la ciudadanía con lo cual las ciudades, por cuenta de la contaminación, se hacen inviables obligando a distanciarse más a las personas de los lugares donde viven a sus sitios de trabajo, la productividad del país baja ostensiblemente, la inconformidad de la sociedad civil provoca protestas buscando solución inmediatas, pero el atraso que posee Colombia respecto a su matriz energética hace que se invierta más en proyectos de generación hidroeléctrica que, dado el alto riesgo y la poca planeación, generan nuevamente proyectos nefastos de hidrogenación que al no entrar en funcionamiento agravando seriamente la seguridad energética del país(Mateus Valencia, 2017).

7. Conclusiones.

Del ejercicio de prospectiva se observa la urgencia de las naciones en vía de desarrollo en apostar a las tecnologías basadas en el uso racional de la energía. Sin una política decidida

a este tipo de tecnologías que se aglutina por ejemplo en conceptos como Smart energy, Smart Grid, Domótica, Inmótica y FNCER no se podría considerar como unas naciones viables, ya que la productividad y la sostenibilidad están apalancadas en el desarrollo de las tecnologías, esto plantea retos para los cuales se debe hacer un cambio de su estrategia energética fortaleciendo la leyes y la política pública de una manera incluyente con la sociedad civil, claustros de investigación donde se contribuya a establecer una cultura de la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad del consumo, además de una transición energética rápida y decidida. Como se observa tras los escenarios posibles del ejercicio de prospectiva es la gestión pública, las políticas de estado las que mayor impacto tienen en la adopción de tecnologías para los ODS energéticos; pero dichos aspectos se enfrentan a la constante paradoja de un desarrollo económico alentado por el uso y explotación de los combustibles sólidos a coste del impacto medioambiental.

Para cumplir con los ODS exige acciones comprometidas y metas elevadas máxime cuando las herramientas para detener las actividades que provocan el cambio climático llegan un punto de no retorno, como lo indica Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) que señala en su último informe del 2018, que las consecuencias y los costos de un calentamiento global de 1,5 grados Celsius son mucho peores de lo esperado, planteando la urgente necesidad del abandono de la infraestructura de combustibles fósiles en un periodo menor a 15 años, (IPCC, 2018). Esto obliga como lo demuestra los resultados del ejercicio de prospectiva que la adopción de tecnologías como los autos eléctricos se muestran fundamentales en la viabilidad de las ciudades, y en el posible desarrollo de las futuras Smart Cities.

Es pertinente realizar una investigación permanente que permita la elaboración e implementación de estrategias para la adopción tecnológica en los ODS, ya que los diferentes estudios realizados en prospectiva y en la caracterización de diferentes tecnologías referentes a la gestión energética quedan cortas, pues si bien establecen con claridad el paradigma actual y escenarios energéticos futuros, no logran comprometer metodologías y acciones reales para alcanzar los mejores escenarios en las metas de los ODS.

La energía fotovoltaica se plantea como la energía de generación del futuro en la medida que se desarrollen tecnologías disruptivas de acumulación de energía, que permitan abaratar los costos asociados con éstas, así cualquier usuario puede generar la energía que consume contribuyendo en el impacto medio ambiental y la seguridad energética de las Naciones. El impacto climático está impulsando las tecnologías sostenibles, obligando a establecer metas mucho más altas y determinadas que las que se plantearon en los ODS para el año 2030, siendo las tecnologías de gestión energética su desarrollo e innovación fundamentales para poder hablar en un futuro de Gobernabilidad, ya que como lo demuestra el ejercicio de prospectiva en una cultura pasiva en el aspecto ambiental, la no implementación de tecnologías y las políticas públicas laxas tiene un impacto directo en la productividad de la naciones siendo complejo apalancar los ODS y mientras las brechas tecnológicas y digitales no se cierran se llegará al momento en que no existirá dispositivo que pueda evitar la catástrofe mundial.

8. Referencias

- Abella, A., & Álvarez, E. (2015). Smart Energy: nuevas aplicaciones y modelos de negocio. In *Cuader*. Retrieved from <http://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/smart-energy.pdf>
- Arias, G., & Acevedo, A. (2017). *Estado Actual de la Producción de Energía Geotérmica en Colombia*.

- Blanca-cecilia, M. (2011). *Metodología para la apropiación de tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas * Methodology for the appropriation of basic sanitation technologies in native communities Abstract*. 8(66), 153–176.
- Caceres, D. Leona. (2013). *Uso racional y eficiente de la energía en Colombia análisis de la incidencia de las políticas públicas en la sostenibilidad energética*.
- Carrera, T. F. I. N. D. E. (2016). “Análisis del mercado fotovoltaico.”
- Castillo, Y., Gutiérrez, M. C., Vanegas-chamorro, M., Valencia, G., & Villicaña, E. (2015). *Rol de las Fuentes No Convencionales de Energía en el sector eléctrico colombiano Role of Non-Conventional Energy Sources in the Colombian electricity sector*. 13(1), 39–51.
- Claudio, C., & Coviello, M. (2013). *Eficiencia energética america latina*.
- Colciencias. (2018). *Política De Ciencia E Innovación Para El Desarrollo Sostenible*. Retrieved from <http://libroverde2030.gov.co/wp-content/uploads/2018/05/libroverde2030.pdf>
- Consorcio Energético CORPOEMA. (2010). Plan de Desarrollo para las Fuentes no Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE). *Formulación de Un Plan de Desarrollo Para Las Fuentes No Convencionales En Colombia (PDFNCE) VI, 1, 25–28*.
- Contraloría, G. De la republica. (2017). Autosuficiencia petrolera en Colombia. *Boletín Macro Sectorial*, año 2(6),1–6. Retrieved from <http://www.contraloria.gov.co/documents/463406/484739/Boletín+Macrosectorial+No.+06+%28pdf%29/f01d fce0-493c-423a-9148-244fce46edc1?Version=1.2>
- Convenci, X., & Accsa, F. I. (2013). *Eficiencia Energética*. ENERTIC. (2018). *Guia de referencia smart energy*.
- Felipe, D., & Toro, D. (2018). *Propuestas para mejorar la adopción y apropiación de las tecnologías smart grid en Colombia por parte del público*.
- Flores Rivera, N y Dominguez, M. A. (2017). “Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio.” *Centro de Investigación En Materiales Avanzados, S.C. Posgrados*.
- Garzón, D., & Martínez, J. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de energía solar fotovoltaica en la zona de preescolar del colegio agustiniano en suba*.
- Gómez, J., Murcia, J. D., & Cabeza, I. (2018). *La energía solar fotovoltaica en antecedentes y perspectivas*.
- Hoyos, S., Jaime, C., & Dynner, I. (2017). *Integración de fuentes no convencionales de energía renovable al mercado eléctrico y su impacto sobre el precio*. 13(26), 115–146. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.13.26.5>
- IPCC. (2019). *SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °c*.
- IRENA. (2016). *Estadísticas de energía renovable 2016*.
- Janco, C. (2012). *Planificación de edificios inteligentes y empresas mediante la inmotica sobre plataforma ip*.
- López, M. B., Sarmiento, L. C. R., & Sánchez, P. J. R. (2016). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano. *Costs Analysis of Electric Generation from Renewable Sources in the Colombian Electricity System.*, 34(2), 394–419. <https://doi.org/10.14482/inde.33.2.6368>
- Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., & Mathiesen, B. V. (2017). Smart energy and smart energy systems. *Energy*, 137, 556–565. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.123>
- Noppers, E. H., Keizer, K., Milovanovic, M., & Steg, L. (2016). The importance of instrumental, symbolic, and environmental attributes for the adoption of smart energy systems. *Energy Policy*, 98, 12–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.08.007>
- OCDE. (2012). *Perspectivas ambientales de la ocde hacia 2050*.
- ONU. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Naciones Unidas, Mayo*, 50. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- ONUDI. (2016). Observatorio De Energía Renovable Para America Latina Y El Caribe. 2016, 1. Retrieved from <http://www.renenergyobservatory.org/es.html>
- Palomar, A. (2014). *Proyecto de automatización y domótica de una urbanización de viviendas . Análisis*.
- Peccisa, N., Rodríguez, Y. J., Morón, C., & García, A. (2016). Normativa domótica en edificaciones = Building domotic legislation. *Anales de Edificación*, 1(2), 48. <https://doi.org/10.20868/ade.2015.3103>
- Real Academia de Ingeniería. (2011). *El almacenamiento de energía eléctrica* (Vol. 5731). REN21. (2016). Energías Renovables 2016. *Ren21*, 31. Retrieved from www.ren21.net/map
- REN21. (2017). *Renewables 2017 Global Status Report hola mundo*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.082>
- Reyes, D. Q. (2015). *Impactos de la reglamentación de la ley 1715 de energías renovables no convencionales en colombia*.

- Robles, C., & Rodríguez, O. (2018). *Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia*.
- Rodríguez Becerra, M., & Mance, H. (2009). *Cambio climático: lo que está en juego*. <https://doi.org/Foro Nacional Ambiental>
- Rodríguez, L. (2007). *Protocolo de kyoto: debate sobre ambiente y desarrollo en las discusiones sobre cambio climático*.
- Ruíz Suárez, E. J., & Borbón Bonilla, C. (2016). Identificación de los posibles impactos ambientales por el fracturamiento hidráulico (fracking) de yacimientos no convencionales. *Contraloría General de La República*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Telefonica, F. (2013). Smart Energy. TIC y energía: un futuro eficiente. *Smart Energy. TIC y Energía: Un Futuro Eficiente*, 15–18.
- Téllez Gutiérrez, S. M., Rosero García, J., & Céspedes Gandarillas, R. (2018). Advanced metering infrastructure in Colombia: benefits, challenges and opportunities. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(2), 469–488. <https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10711>
- Torres, M. D. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*.
- Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2016). Proyección De Precios De Los Energéticos Para Generación Eléctrica 2016-2035. *Subdirección de Hidrocarburos*. Retrieved from http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Proyeccion_de_los_precios_de_los_combustibles_junio_2016.pdf
- Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Transición energética para Colombia 2050*. 1–46.
- UPME. (2015). Plan Energetico Nacional Colombia: Ideario Energético 2050. *Unidad de Planeación Minero Energética, Republica de Colombia*, 184. Retrieved from http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN_idearioenergetico2050.pdf
- UPME. (2017). *Plan De Acción Indicativo De Eficiencia Energética 2017 - 2022*. 157. Retrieved from http://www1.upme.gov.co/demandaenergetica/marconormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf
- UPME. (2019). *Mapa energético de colombia 2018 – 2050 retos en eficiencia energética*.
- UPME, & BID. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. In *Ministerio de Minas y Energía*. Retrieved from http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RE_NOVANLES_WEB.pdf
- WWF. (2018). *Informe Planeta Vivo 2018*. 75. Retrieved from www.livingplanetindex.org
- Zapata Henao, J. L., & Franco, G. (2014). *Uso eficiente y ahorro de energia eléctrica en el Colegio INEM Felipe Pérez: una visión estratégica desde la educación ambiental*. 188. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4209/3337071Z35.pdf;jsessionid=9385393AC19E9B41DEB9CEADBA13FC60?Sequence=1>

Análise das práticas de TI Verde em organizações de base tecnológica

Vanessa Theis
Universidade Feevale, Brasil
vanessat@feevale.br

Dusan Schreiber
Universidade Feevale, Brasil
dusan@feevale.br

Resumo

Inserida de maneira central na sociedade, o desenvolvimento da tecnologia de informação (TI) gerou a configuração de novos cenários competitivos, pois possibilitou que as organizações avançassem no processo de oferta de produtos e serviços. Em contrapartida, a TI contribuiu de forma significativa para muitos dos problemas ambientais com os quais a sociedade atual se depara, principalmente pelo elevado consumo de energia elétrica, quantidade de insumos não renováveis utilizados na produção de computadores e periféricos, além do descarte inadequado de equipamentos obsoletos. Neste contexto, surge o conceito da TI Verde, que considera o ciclo de vida completo das tecnologias de informação e de comunicação, envolvendo processos ambientalmente corretos de projetos de design, produção, operação e de eliminação (MURUGESAN, 2008). Assim, este trabalho objetiva analisar as práticas de TI Verde adotadas pelas organizações de base tecnológica. Em termos metodológicos, o estudo teve abordagem quantitativa, sendo os dados coletados por meio de um questionário, respondido por 105 gestores que atuam em empresas do setor de TI da região metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. As evidências coletadas facultaram a constatação de que as empresas possuem um comportamento reativo com relação a TI Verde, pois não possuem como objetivo estratégico o aumento da percepção geral de valor que os consumidores têm sobre a empresa, tampouco buscam o diferencial competitivo embasado no desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave

TI Verde; Sustentabilidade; Setor de TI.

1. Introdução

A evolução da Tecnologia da Informação (TI) está atrelada, principalmente, aos avanços científicos e tecnológicos e pressões de um ambiente mercadológico cada vez mais competitivo. O desenvolvimento de novas tecnologias gerou a configuração de novos cenários, além de oportunidades para as empresas avançarem no processo de oferta de produtos e serviços. Em face disto, é cada vez mais intensa a percepção de que a TI não pode ser dissociada das atividades empresariais, pois serve como instrumento de apoio à incorporação do conhecimento como principal agregador de valor aos produtos, processos e serviços entregues aos clientes.

Por outro lado, a TI tem representado uma parte significativa, e crescente, dos

problemas ambientais que a sociedade se depara atualmente, pois, a medida que as empresas se tornam mais dependentes dos serviços de TI, os fatores referentes a disponibilidade e continuidade dos serviços aumentam exponencialmente, multiplicando os requisitos de equipamentos e estrutura. Desta forma, à medida que os problemas ambientais ficam mais evidentes, exigindo um novo posicionamento dos gestores, destaca-se a necessidade de conceber e operacionalizar uma nova responsabilidade social empresarial, caracterizada pela preocupação em reduzir a poluição e os gastos com energia no desenvolvimento de produtos e serviços (BOHAS; POUSSING, 2016). Na área da TI, este movimento vem sendo chamado de Tecnologia da Informação Verde, ou simplesmente, TI Verde.

Evidencia-se que, a TI Verde surge com a finalidade de aliar as atividades relacionadas a TI com os aspectos da sustentabilidade ambiental das empresas. Isto ocorre, devido à TI Verde incorporar o aspecto ambiental da sustentabilidade, no que diz respeito à eficiência energética (UDDIN; RAHMAN, 2012; FANG et al., 2015; CHUNG, 2017; KURKALOVA; CARTERB, 2017), planejar e investir em uma infraestrutura tecnológica que atenda às necessidades das gerações atuais, conservando os recursos necessários para as gerações futuras (ELKINGTON; BURKE, 1987; POLLACK, 2008), gerando benefícios para o meio ambiente, para as empresas e para a sociedade (ELLIOT, 2007). Assim, esta pesquisa objetiva analisar as práticas de TI Verde adotadas por organizações de base tecnológica localizadas na região metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil.

Após esta introdução, o trabalho apresenta as abordagens teóricas sobre TI Verde, seguido dos procedimentos metodológicos e discussão dos resultados. Após a descrição e apresentação do corpus pesquisado, estão descritas as considerações finais em relação aos objetivos da pesquisa, suas contribuições, limitações e sugestões para investigações futuras.

2. Tecnologia da Informação Verde

Em termos conceituais Elliot (2007) sinaliza que a TI Verde é considerada como o ciclo de vida completo das tecnologias de informação e de comunicação, envolvendo processos ambientalmente corretos de projetos de design, produção, operação e de eliminação (ELLIOT, 2007). Destarte, evidencia-se que o conceito de TI Verde vem sendo utilizado como um termo genérico para medidas e atividades relacionadas a TI, que buscam contribuir com os aspectos da sustentabilidade ambiental e da responsabilidade social das empresas (CHEN; BOUDREAU; WATSON, 2008) e não apenas com as questões de consumo consciente (FUCHS, 2008).

Neste encadeamento temático, Sarkar e Young (2009) destacam que, as organizações estão sendo mais exigidas e pressionadas por reguladores governamentais e órgãos de vigilância ambientais, para alinhar seus negócios com as práticas de sustentabilidade ambiental. Ademais, Kuo e Dick (2010) complementam que as pressões competitivas do mercado, também exercem influência sobre a decisão de adotar práticas ambientalmente sustentáveis, e acreditam que o principal fator de diferencial competitivo neste cenário é a capacidade de a organização se adaptar a nova realidade e as novas tecnologias.

Mithas, Khuntia e Roy (2010) complementam que a implementação de TI Verde está positivamente associada a maiores reduções no consumo de energia dos equipamentos de TI e, conseqüentemente, maior impacto nos lucros. Cumpre destacar que Watson, Boudreau e Chen (2010) entendem que, buscar a sustentabilidade não significa abandonar o pensamento econômico. Isto porque a economia é direcionada para o problema de alocar recursos escassos,

e recursos como as energias livres de emissão de gases e componentes eletroeletrônicos são particularmente escassos. Logo, o gerenciamento inteligente da tecnologia é uma alternativa às empresas para reduzir os danos causados ao meio ambiente, melhorar a efetividade do consumo de energia elétrica e reduzir os custos operacionais do negócio (MELVILLE, 2010).

Com relação a importância do envolvimento da alta gestão, com as estratégias ambientais da empresa Schmidt et al. (2010) ressaltam que os gerentes ambientais e de TI podem impulsionar o tema da TI Verde, abordando ativamente o departamento de TI e criando a configuração apropriada no contexto de uma estratégia ambiental. Por outro lado, se as necessidades da empresa e a estratégia ambiental não são congruentes com as ideias da TI Verde, as chances de adoção parecem ser limitadas. Deste modo, fazer com que os tomadores de decisão e os indivíduos percebam benefícios de ações em prol do meio ambiente é essencial para criar processos e práticas mais sustentáveis nas organizações (MELVILLE, 2010).

Na visão de Corbett (2010), a TI Verde é definida como o conjunto de tecnologias de informação e comunicação e sistemas de informação que são, direta ou indiretamente, usados para reduzir os impactos ambientais nocivos das atividades humanas. Para as organizações, as iniciativas TI Verde podem estar relacionadas com a aquisição de *hardwares* eficientes em energia, gerenciamento de energia do usuário final, reciclagem e redução de resíduos eletrônicos, práticas de teleconferência, virtualização de informações, design e gerenciamento dos centros de dados, sistemas de gerenciamento de carbono e relatórios ambientais. Os autores Dick e Burns (2011) apontam que a economia no consumo de papel é uma das práticas de TI Verde mais difundidas entre as organizações.

Outra prática de TI Verde refere-se à reciclagem e ao descarte de equipamentos, na qual dispositivos eletrônicos obsoletos podem ser reutilizados por outras organizações (FAIRWEATHER, 2011). Com relação a destinação de equipamentos eletrônicos, o Brasil possui a Lei 12.305, sancionada em 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e que regulamenta a destinação final destes no país, prevendo também questões sobre o destino final do lixo eletrônico ou logística reversa de produtos acabados, tal como os do segmento da indústria digital. De acordo com a PNRS, a logística reversa é o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, pois os fabricantes detêm maior conhecimento do produto e de seu processo produtivo e saberão desenvolver estratégias para seu desmonte e reaproveitamento (BRASIL, 2010).

Unhelkar (2011) ressalta que os gestores precisam melhorar a eficiência energética da organização por meio de estratégias de gestão inovadoras, sendo que estas estratégias precisam aliar custos operacionais com as emissões de carbono dispendidas pelos *datacenters*. Referente a infraestrutura de TI, o autor cita o uso de armazenamento de dados virtualmente, a fim de reduzir o consumo energético. Por meio da Internet, é possível criar ambientes virtuais de trabalho e os benefícios são mensurados, não apenas na diminuição do consumo de energia, mas na redução dos gastos com depreciação e manutenção (UNHELKAR, 2011; BUTLER, 2011).

Face ao exposto, Loos et al. (2011) salientam que o mundo enfrenta uma crise ecológica sob a forma de aquecimento global, resultante da liberação de CO₂. No entanto, defendem que o investimento nas pesquisas sobre como melhorar a eficiência energética da TI, com foco especial na redução do consumo de energia por meio do desenvolvimento de soluções práticas que alavanquem o poder de transformação dos sistemas de informação. Em

detrimento deste cenário, Molla e Abareshi (2011) constataram em sua pesquisa, que os motivos de ecoeficiência e a ecoeficácia influenciam a adoção de tecnologias que melhoram a eficiência energética da infraestrutura de TI e subsequente redução da poluição.

Em termos práticos, o fato de a ecoeficiência e a ecoeficácia serem determinantes importantes da adoção da TI Verde, implica que há ganhos tangíveis positivos em termos de custos e proventos intangíveis como a liderança e a divulgação do pensamento ambiental associados à TI Verde. Molla e Abareshi (2012) complementam que, embora algumas das práticas exijam elevados Investimentos, boa parte delas pode ser adotada sem que a saúde financeira da empresa seja comprometida, apenas dependendo do esforço e vontade dos usuários e do apoio e direcionamento da organização.

Centrando-se nos fatores motivacionais internos e externos à empresa, Molla e Abareshi (2011) inferiram que, quando os mecanismos regulatórios e de mercado não são suficientemente fortes, ou pouco claros, para encorajar a adoção da TI Verde, os gerentes que visam além da conformidade regulamentar provavelmente se beneficiarão ao investir na TI Verde. No entanto, a percepção e a atitude dos funcionários são tão iguais, se não mais importantes como o compromisso da administração e a alocação de recursos na transformação para uma operação de TI sustentável. Assim, as organizações podem tirar proveito dos valores dos seus funcionários e preocuparem-se com o meio ambiente para identificar oportunidades de TI Verde e incentivar inovações ecológicas. Chen e Chang (2013) advertem que os consumidores estão mais atentos as empresas que tentam inserir valores ambientalistas, mediante o uso de técnicas de marketing, a fim de criar uma imagem inexistente acerca do grau de responsabilidade ambiental diante dos *stakeholders* e clientes. Em detrimento desta realidade, Cai, Chen, e Bose (2013) elucidam que, o efeito significativo da TI Verde vai além da redução de custos. O uso adequado dos princípios da TI Verde para a sustentabilidade ambiental, reforça a diferenciação no mercado, uma vez que melhora produtos e processos, aumentando a participação no mercado, ou possibilitando entrar em novos e mais lucrativos mercados. Sumariamente, com o uso adequado de sistemas e equipamentos relacionados a TI, uma empresa pode melhorar sua competitividade e continuar a ser ambientalmente amigável.

Com relação ao comportamento dos indivíduos, para adoção das práticas da TI Verde, Mishra, Akman e Mishra (2014) observaram que os profissionais que identificam o valor da TI Verde consideram as questões de sustentabilidade ambiental durante a compra de *hardwares* e *softwares*. Neste contexto, Koo, Chung e Nam (2015) destacam que a utilidade percebida das práticas TI Verde, tem efeitos positivos sobre o comportamento e na intenção de continuidade de sua aplicação e utilização nos processos decisórios. Complementarmente, as organizações que almejam êxito na continuidade da TI Verde nos processos organizacionais, precisam desenvolver técnicas de persuasão que modifiquem as intenções dos colaboradores, com atenção às atitudes, às normas subjetivas e ao controle percebido sobre o comportamento.

De acordo com Akman e Mishra (2015) e Deng, Ji e Wang (2017), a TI Verde não se limita à criação de *hardwares* e *softwares* de TI, eficientes em termos energéticos. Similarmente, desenvolve práticas empresariais sustentáveis, aumenta a consciência verde e muda o comportamento das pessoas. No entanto, devido a rápida evolução da TI, torna-se inviável uma lista exaustiva de práticas de TI Verde. Todavia, a disparidade no nível de compreensão ecológica da TI, faz com que a maioria dos profissionais e usuários de TI não sabem como e onde começar a implementar a TI Verde. Por isto, atualmente, as práticas de TI Verde ainda se encontram em estágios iniciais, pois, os impactos sistêmicos no ambiente natural ainda são negligenciados.

Visto os conceitos teóricos, na seção seguinte dá-se continuidade na apresentação dos elementos que compõe esta pesquisa, especificamente com relação aos procedimentos metodológicos utilizados na coleta e análise dos dados empíricos.

3. Método

A partir da literatura, iniciou-se a construção do instrumento de coleta de dados. O questionário foi construído com questões fechadas, utilizando a escala Likert de cinco pontos. Esta técnica consiste em um conjunto de afirmações nas quais o respondente demonstra sua opinião em um sistema de cinco categorias de resposta, que variam de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”. Babbie (1999) expõe como vantagem da escala do tipo Likert a não ambiguidade das categorias de respostas, uma vez que são previamente determinadas, evitando assim que os respondentes criem suas próprias respostas. Caso não houvesse esta característica, seria impossível avaliar a concordância das forças relativas das respostas dos vários respondentes.

A etapa de validação do questionário ocorreu por meio da técnica Delphi, que é definida como um método sistematizado de julgamento de informações, destinada para obter consenso de especialistas, por meio de validações articuladas em fases, denominadas de rodadas de revisão do questionário (HAYNES; SHELTON, 2018). O número de rodadas do questionário depende, normalmente, da natureza do grupo e sua homogeneidade, sendo que a seleção dos *experts* é considerada não aleatória, por conveniência e intencional e se justifica uma vez que o interesse é selecionar especialistas na temática de estudo (POWELL, 2003; LANDETA, 2006). Neste sentido, escolheram-se três *experts* da área, para compor o grupo de especialistas e fizeram-se necessárias três rodadas de revisão.

Após a etapa de validação com os *experts*, realizou-se um pré-teste com dezoito colaboradores de diferentes empresas do setor de TI, localizadas na região focal da pesquisa. Os dados foram submetidos ao teste do coeficiente Alfa de *Cronbach*, com a finalidade de verificar a consistência interna dos elementos do questionário. O referido teste é utilizado para medir a confiabilidade, ou seja, para avaliar a magnitude em que os itens de um instrumento estão correlacionados, sendo estimado por meio de procedimentos empíricos observando as pontuações dos sujeitos investigados (MARÓCO, 2018).

De modo geral, o valor mínimo aceitável para a confiabilidade de um questionário é $\alpha \geq 0,70$. Em contrapartida, o valor máximo esperado é 0,90, acima deste valor pode-se supor que há redundância no instrumento, sendo necessária a eliminação de questões que estão medindo o mesmo elemento de um constructo (STREINER; KOTTNER, 2014). A partir do programa estatístico SPSS[®] versão 20 (*Statistical Software for Social Sciences*), obtendo-se um valor de 0,793, isto é, o resultado demonstra consistência interna aceitável para o questionário. Concluída a etapa de validação do questionário, determinou-se a população do estudo. Dados do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE, 2017) indicam que no ano de 2016, o setor das TIC's no estado do Rio Grande do Sul possuía 8.893 empresas. Cumpre destacar que o CEMPRE, é formado por empresas formalmente constituídas e sua atualização ocorre anualmente, a partir das pesquisas econômicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e de registros administrativos, como a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

Contudo, mesmo a plataforma do IBGE não disponibilizando a base de dados das empresas, as informações por ela fornecidas foram primordiais no processo de caracterização

da população e amostra desta pesquisa. Neste sentido, o universo se compôs por 5.409 empresas, distribuídas nas 34 cidades da região metropolitana de Porto Alegre. Em detrimento da indisponibilidade de uma base de dados, com os e-mails e telefone para contato das empresas do setor de TI, realizou-se a busca destas informações no mecanismo de busca do Google. Ademais, pesquisou-se as informações disponibilizadas junto aos sites das associações comerciais das cidades que abrangem este estudo.

O contato foi realizado por e-mail, que continha uma breve apresentação da pesquisa e um endereço eletrônico que levava ao questionário. Os esforços desta etapa, culminaram no envio de 515 e-mails no período de 27 de abril a 24 de maio de 2018. Após realizada a limpeza dos dados, a fim de identificar as discrepâncias das respostas, que se caracterizam por valores atípicos, que podem variar desde muito inferiores ou muito superiores, que corrompem as análises, obteve-se um total de 93 questionários válidos.

Com relação perfil das empresas, prevalecem os estabelecimentos de micro e pequeno porte, que somados, totalizam 83,9% da amostra. Com relação aos setores de atuação das empresas, ocorreu maior concentração de empresas que atuam no desenvolvimento de softwares, com 59,1% da amostra. Prevaecem empresas do setor de serviços, com 74 respostas válidas, seguido do setor de comércio e indústria, com 11 e 8 respostas respectivamente.

Com relação ao perfil dos respondentes, prevalecem diretores, gerentes e sócios, 44, 19 e 16 respectivamente, ou seja, 85% da amostra caracteriza-se por profissionais que atuam em cargos estratégicos. Ressalta-se que, 52 profissionais que ocupam posições de liderança atuam há mais de 12 anos no setor de TI, sendo que, 34 destes atuam mais de 12 anos na mesma empresa. Averiguou-se que 66 profissionais que ocupam posições de liderança, possuem formação acadêmica à nível de graduação ou pós-graduação, sendo que 13 possuem apenas ensino médio ou técnico completo. No tocante aos 14 respondentes que ocupam posições de analista ou assistente, 9 possuem formação acadêmica à nível de graduação ou pós-graduação e 5 apenas o ensino médio, sendo que 10 destes atuam a mais de 5 anos no setor de TI. Com base nestas informações, constata-se que a amostra se caracteriza por profissionais que detêm experiência no setor de TI, sendo que 80% dos respondentes são profissionais que possuem titulação mínima a nível de ensino superior.

Os dados foram analisados por meio de estatísticas descritivas, conforme as categorias de análise propostas. De acordo com Bardin (2016), as categorias podem ser criadas a *priori* ou a *posteriori*, isto é, a partir da teoria ou após a coleta de dados. No caso desta pesquisa, as categorias de análise foram criadas a *priori*, norteando-se pelos conceitos definidos no referencial teórico acerca da temática de TI Verde. Com o propósito de facilitar a apresentação das categorias de análise, as mesmas são expostas na seção seguinte, juntamente com os dados advindos do cálculo supramencionado e da discussão dos resultados.

4. Discussão dos resultados

Realizou-se o cálculo das estatísticas descritivas com todas as assertivas do instrumento de coleta de dados, sem qualquer categorização, a fim de verificar quais questões obtiveram as maiores e menores médias e facilitar o processo de análise dos dados. Destaca-se que, no questionário, o entrevistado tinha a opção de marcar a alternativa “sem condições de opinar”, por este motivo, a frequência de respostas de algumas afirmações não corresponde ao total da amostra. As demais opções de resposta foram: 1 – Discordo totalmente; 2 – Discordo

parcialmente; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo parcialmente; 5 – Concordo totalmente.

Tabela 1. Estatística Descritiva

Construtos	Variáveis	Valor médio	Desvio padrão	Frequência
Lucratividade	Na empresa, entende-se que o investimento em tecnologias limpas traz benefícios econômicos no longo prazo.	4,38	0,975	91
	A empresa utiliza algum incentivo fiscal oferecido por órgãos governamentais.	1,74	1,319	80
	A empresa utiliza algum software de gerenciamento de energia no parque de computadores.	2,13	1,53	82
	Existem investimentos em tecnologias verdes (sustentáveis) com vistas a melhorar a eficiência e agilidade de recursos em TI.	3,69	1,249	80
Custos	Existem ações para reduzir os custos por meio da implementação de iniciativas sustentáveis em TI.	3,67	1,361	87
	A preocupação ambiental nas atividades de TI aumenta os custos.	3,07	1,153	85
	Controlam-se os custos com manutenção de equipamentos.	4,04	1,222	92
	O gerenciamento inteligente da tecnologia é uma alternativa para reduzir os custos operacionais do negócio.	4,61	0,679	92
	A fim de evitar desperdícios, os equipamentos de TI possuem autonomia para aumentar sua eficiência energética.	4,15	0,829	84
	Os elevados números de desperdícios podem ser transformados em economia, por meio de práticas ecologicamente corretas com relação ao uso da tecnologia.	4,54	0,752	90
Diferenciação	Possuímos iniciativas de cunho ambiental, pois acreditamos que isto resultará em benefícios à imagem da organização perante a sociedade.	3,39	1,353	84
	Pode-se diferenciar no mercado por meio da TI Verde.	4,08	0,711	93
	A TI Verde aumenta a participação no mercado, ou possibilita entrar em novos e mais lucrativos mercados.	3,18	0,722	93
Legislação	A empresa utiliza a regulamentação ambiental como oportunidade para inovar nos processos e operações.	3,23	1,385	70
	A adoção de práticas atreladas a sustentabilidade ambiental, são motivadas pela legislação.	3,19	1,322	89
Ecoequidade	A empresa se preocupa com o impacto que sistemas e os equipamentos de tecnologias de informação causam ao meio ambiente.	4,46	0,854	89
	Existe algum tipo de política de utilização sustentável de recursos dentro da organização, como por exemplo, diminuição de impressões.	4,45	0,918	92
	Como empresa, buscamos reduzir os impactos ambientais que as atividades de TI causam no meio ambiente.	4,19	0,97	90
	A empresa considera que a TI Verde pode reduzir sua pegada de carbono.	4,19	1,045	78
	Utilizamos empresas especializadas para o descarte de equipamentos eletrônicos.	3,97	1,76	93
	Os equipamentos possuem um ciclo de vida estipulado pela empresa.	2,69	1,595	93
	A empresa preocupa-se com os recursos das futuras gerações.	4,46	0,854	89

Ecoefetividade	Na empresa, as iniciativas que objetivam tornar as atividades de TI sustentáveis são pontuais.	3,75	1,18	89
	Realiza-se a logística reversa dos equipamentos de TI, devolvendo os mesmos para o fornecedor após o uso.	2,33	1,556	93
	Prefere-se adquirir equipamentos que tenham selo verde.	4,0	1,251	93
	A empresa possui alguma certificação ambiental.	1,22	0,907	93
	Incentiva-se a reciclagem de equipamentos eletrônicos.	4,35	1,185	93
	Realiza-se avaliação dos fornecedores de suprimentos, do ponto de vista ambiental.	2,87	1,399	79
Comunidade	Os computadores que estão desatualizados para as atividades da empresa, mas que ainda possuem utilidade, são doados para filantropia.	4,06	1,111	93
	A adoção de práticas atreladas a sustentabilidade ambiental é motivada pela pressão da sociedade.	2,99	1,322	89
	Oportuniza-se para colaboradores e a comunidade a coleta de lixo eletrônico, para descartá-lo de forma adequada e segura.	3,56	1,658	93
Conscientizaçã o	São oferecidas palestras instrutivas para colaboradores e comunidade, a fim de orientá-los quanto ao uso consciente da tecnologia.	2,05	1,37	83
	Existem movimentos de conscientização dos funcionários quanto a importância de utilizar-se recursos, como energia e papel, de forma consciente.	4,3	0,994	91
Comportamento	Como indivíduo, minha postura com relação ao uso da tecnologia, diz respeito, exclusivamente, as minhas crenças pessoais.	3,4	1,356	90
	Devido às práticas de conscientização adotadas pela empresa, no que tange ao correto uso das tecnologias de informação, adotei diferentes posturas quanto ao uso da tecnologia em minha residência e incentivo amigos e familiares a fazerem o mesmo.	3,96	1,215	89

Fonte: Dados da pesquisa.

Constata-se que, na percepção dos respondentes, o gerenciamento inteligente da tecnologia é uma alternativa para reduzir os custos operacionais do negócio e de desperdícios com relação ao parque de computadores. Contudo, a média de 2,05 atribuída para a assertiva “são oferecidas palestras instrutivas para colaboradores e comunidade, a fim de orientá-los quanto ao uso consciente da tecnologia”, indica uma tendência em centralizar o conhecimento atrelado ao gerenciamento inteligente da tecnologia entre os profissionais que ocupam o cargo de gestão.

Dentre as práticas de conscientização adotadas pelos gestores, verificou-se uma tendência maior em concentrar esforços na redução do consumo de energia elétrica e na utilização de recursos de forma consciente. Ademais, tais práticas de conscientização indicam uma predisposição no comportamento dos indivíduos, visto a média de 3,96 atribuída para a afirmativa de que, devido às práticas de conscientização adotadas pela empresa, o profissional adotou diferentes posturas quanto ao uso da tecnologia em suas decisões pessoais.

No instrumento de pesquisa, o objetivo da referida questão era verificar se os indivíduos mudaram seu comportamento com relação ao uso das tecnologias, em detrimento das práticas de conscientização instauradas nas empresas. Deste modo, como a afirmação “minha postura com relação ao uso da tecnologia, diz respeito, exclusivamente, as minhas crenças pessoais” recebeu média 3,40, ou seja, aquém da afirmativa que verificou se devido as

práticas de conscientização quanto uso consciente da tecnologia, os colaboradores tendem a adotar o mesmo comportamento e conscientização na sua vida pessoal, pode-se inferir que as práticas TI Verde aumentam o nível de conscientização ambiental e mudam o comportamento dos indivíduos (AKMAN; MISHRA, 2015; DENG; JI; WANG, 2017).

Com relação a perspectiva econômica, constatam-se maiores médias no conjunto de questões relacionadas aos custos, demonstrando que as empresas do setor de TI da região focal desta pesquisa estão mais preocupadas neste sentido. Logo, os pressupostos teóricos de Mithas, Khuntia e Roy, (2010), Watson, Boudreau e Chen (2010), Melville (2010), Bose e Luo (2011) e Unhelkar (2011), os quais defendem que os aspectos atrelados aos custos são os principais fatores motivacionais para a adoção de práticas de cunho sustentável na TI pelas empresas, configuram a realidade da amostra investigada.

Ademais, pode-se inferir que a ecoeficiência e, por conseguinte redução de custos, é obtida por meio da atualização tecnológica do parque de computadores, isto é, substituição dos equipamentos obsoletos por tecnologias mais atuais ou pela adoção de tecnologias de virtualização de banco de dados. Isto pôde ser evidenciado, por meio das assertivas que buscaram avaliar se os respondentes “entendem que o investimento em tecnologias limpas traz benefícios econômicos no longo prazo” e “existem investimentos em tecnologias verdes com vistas a melhorar a eficiência e agilidade dos recursos em TI”, as quais obtiveram médias de 4,38 e 3,69, respectivamente. Inicialmente, estas médias podem parecer baixas, mas no construto da lucratividade mostraram-se como as mais significativas.

Ressalta-se que, a média 4,0 atribuída pra a afirmação de que “a empresa prefere adquirir equipamentos que tenham selo verde”, indica uma propensão de as empresas relacionarem a atualização tecnológica com a aquisição de *hardwares* eficientes em energia. Conforme sinalizado por Elliot (2007) produtos denominados como sustentáveis são projetados para minimizar os impactos ambientais durante todo o seu ciclo de vida. Neste sentido, pode-se inferir que a aquisição de *hardwares* eficientes em energia, mesmo que motivada pela redução de custos, impacta positivamente no meio ambiente, corroborando as bases teóricas de Corbett (2010) e Melville (2010).

Além disto, verificou-se que os produtos com selos de eficiência energética possuem confiabilidade entre os entrevistados, em virtude da média 2,87 atribuída para a afirmação de que a empresa “realiza avaliação dos fornecedores de suprimentos, do ponto de vista ambiental”. Neste sentido, entende-se que em função de os selos verdes auferirem padrões de qualidade ambiental e demonstraram ter credibilidade entre os entrevistados, os mesmos resultam em benefícios para a imagem das organizações, aumentando a vantagem competitiva no mercado em termos de diferenciação, resultando em maiores receitas e lucros (CHEN; CHANG, 2013; CAI; CHEN; BOSE, 2013).

Vale destacar que o valor médio de respostas de 4,08 destinado para a assertiva de que a “empresa pode se diferenciar no mercado por meio da TI Verde” vai ao encontro com os preceitos teóricos de Kuo e Dick (2010), Corbett (2010), Cai, Chen e Bose (2013). Entretanto, dentre as variáveis do construto diferenciação, as médias de 3,18 e 3,39 obtidas respectivamente para as afirmações de que “a TI Verde aumenta a participação no mercado, ou possibilita entrar em novos e mais lucrativos mercados” e de que a empresa “possui iniciativas de cunho ambiental, pois acredita que isto resultará em benefícios para a imagem da organização perante a sociedade”, demonstram que as empresas ainda não atribuem valor estratégico para a TI Verde (ELLIOT, 2007; SCHMIDT et al., 2010; MISHRA; AKMAN; MISHRA, 2014).

Tal constatação, se deve ao fato de os respondentes terem atribuído média

relativamente alta para a questão que investigava a percepção de que as empresas podem se diferenciar no mercado por meio da TI Verde, em comparação com a média 1,22 atribuída para a assertiva que “a empresa possui alguma certificação ambiental”. Considerando que, as certificações ambientais sinalizam que os processos de geração de produtos e serviços respeitam os dispositivos legais referente às questões ambientais, estas tendem a ser um bom indicador com relação ao envolvimento das organizações na implementação de práticas organizacionais voltadas para melhores alternativas de cunho ambiental, bem como de quanto o mercado consumidor considera esta questão relevante.

Outra prática de TI Verde pouco disseminada, diz respeito a realização da logística reversa dos equipamentos de TI (BRASIL, 2010), devolvendo os mesmos para o fornecedor após o uso, que obteve média de 2,33. Além disto, esta variável relaciona-se com a “preocupação que as empresas possuem com o impacto que os sistemas e equipamentos de tecnologias de informação causam ao meio ambiente, bem como, com os recursos das futuras gerações” que obtiveram médias de 4,46, dentro do construto de ecoequidade. Novamente, verifica-se que os respondentes possuem entendimento com relação aos impactos ambientais e sociais, que as atividades organizacionais exercem aos ambientes nos quais estão inseridos, mas em termos práticos, as ações se limitam ao cumprimento da legislação (MOLLA; ABARESHI, 2011; BOSE; LUO, 2011).

Entretanto, verifica-se que as empresas não utilizam esta percepção para diferenciar-se no mercado (CAI; CHEN; BOSE, 2013), mais especificamente com relação aos aspectos atrelados a confiabilidade advindos das certificações ambientais, que resultam, em conjunto com as questões de ecoequidade e ecoefetividade, na melhora da imagem da organização perante a sociedade. Neste sentido, verifica-se uma tendência de as empresas buscarem legitimarem-se como sustentáveis do ponto de vista ambiental, diante das pressões de clientes, comunidades e governos (SARKAR; YOUNG, 2009; BOSE; LUO, 2011) e não como fator de diferencial competitivo (KUO; DICK, 2009; CAI; CHEN; BOSE, 2013).

Contudo, é importante ressaltar que, tanto as certificações como a prática de logística reversa envolvem despendidos financeiros adicionais. Ademais, 83,9% das empresas participantes desta pesquisa, são de micro e pequeno porte que, em geral, não conseguem investir em certificações, devido aos altos custos de implantação, inviabilizando a sua adesão. Neste sentido, o mercado consumidor é quem exerce a maior influência no momento da certificação, ou seja, a escolha em relação a certificação visa solucionar o anseio do principal *stakeholders* (KUO; DICK, 2009; CHEN; CHANG, 2013). Com relação a logística reversa, os custos adicionais dizem respeito as despesas que o fornecedor terá, ao receber os equipamentos usados e dar o destino adequado aos mesmos. Por resultar em aumento de custos, tal prática pode tornar-se inviável para as empresas de pequeno porte.

Vale a reflexão de que, no constructo relacionado ao comportamento dos indivíduos no tocante a TI Verde, os respondentes demonstraram uma tendência em mudar seu comportamento quanto ao uso e consumo da tecnologia devido às práticas de conscientização instauradas nas empresas em que exercem suas atividades profissionais (MISHRA; AKMAN; MISHRA, 2014; KOO; CHUNG; NAM, 2015; DENG; JI; WANG, 2017). Neste sentido, sendo os indivíduos influenciados e influenciadores do meio em que vivem, pode-se inferir que existe um padrão comportamental instaurado entre os consumidores das empresas da amostra, visto que, por se tratar de empresas que possuem um tempo de funcionamento médio de 15 anos, a diferenciação pelas práticas de cunho sustentável, pode não ser significativa do ponto vista de sustentabilidade do negócio.

Nesta perspectiva, os resultados da pesquisa em campo indicam que o atendimento às exigências legais, quanto a adoção de práticas atreladas à sustentabilidade ambiental, exerce uma influência relativamente maior do que as pressões de clientes e sociedades por práticas ecologicamente corretas das empresas, visto que tais variáveis receberam médias de 3,19 e 2,99, respectivamente. Contudo, o valor médio de respostas de 3,23 para a assertiva de que “a empresa utiliza a regulamentação ambiental como oportunidade para inovar nos processos e operações”, demonstra que as empresas da região metropolitana de Porto Alegre, ainda se encontram em estágios iniciais no que diz respeito às práticas de TI Verde, pois atuam estreitamente em função dos regulamentos legais e não visualizam oportunidades para inovar em produtos e processos, ou até mesmo, para diferenciarem-se no mercado.

Esta constatação encontra respaldo na média 3,75 para a afirmação de que, “as iniciativas que objetivam tornar as atividades de TI sustentáveis são pontuais”, sendo que a única prática que apresentou média relativamente expressiva diz respeito à reciclagem de equipamentos eletrônicos, com resultado de 4,35. O que pode ser explicado pela localização geográfica urbana na qual a coleta de dados foi realizada, com diversas empresas que atuam no recolhimento, desmontagem e destinação adequada de componentes eletrônicos. Esta situação poderia, provavelmente, se alterar, se as empresas investigadas estivessem mais distantes da região metropolitana.

Assim, pode-se inferir que, na perspectiva ambiental, a destinação correta dos resíduos é a prática de TI Verde mais recorrente entre as empresas investigadas, sendo que a maior parte é direcionada para empresas especializadas no descarte de equipamentos eletrônicos, visto a média de 3,97 encontrada nesta variável. Por outro lado, considerando a perspectiva social da TI Verde, conforme proposto por Fairweather (2011), a única prática que se mostrou significativa entre as empresas examinadas diz respeito à doação de computadores que estão desatualizados para as atividades da empresa, mas que ainda possuem alguma utilidade, para entidades filantrópicas.

5. Considerações Finais

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as práticas de TI Verde adotadas por organizações de base tecnológica localizadas na região metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. Sumariamente, verificou-se que as empresas possuem um comportamento reativo com relação a TI Verde, pois não possuem como objetivo estratégico o aumento da percepção geral de valor que os consumidores têm sobre a empresa e, tampouco buscam o diferencial competitivo embasado no desenvolvimento sustentável. Contudo, acredita-se que tais resultados estão atrelados, primordialmente, ao perfil predominante das empresas que participaram da pesquisa, isto é, prestadores de serviços de pequeno porte.

Ressalta-se que, os resultados obtidos indicam possibilidades para a continuidade da linha da pesquisa. Neste sentido, sugere-se a realização de estudos que abordem as características com relação a adoção das práticas de TI Verde, com base nas similaridades estruturais das empresas, uma vez que estão sujeitas a condições similares de pressões sociais, legais e mercadológicas.

Por fim, ainda que esta pesquisa tenha atingido os objetivos propostos e que o rigor metodológico tenha sido perseguido, não se pode eximir a existência de limitações, que reside na utilização da escala tipo Likert, no instrumento de coleta de dados. A referida técnica registra o nível de concordância ou discordância com relação a uma afirmação previamente

formulada, com base na revisão teórica realizada *ex-ante*. Como foi indagado apenas um colaborador de cada empresa, e mesmo que se utilizaram critérios de seleção quanto ao cargo do entrevistado, deve ser considerado o viés do respondente, bem como o reducionismo da realidade, que é a característica da pesquisa do tipo *survey*.

6. Referências

- Akman, I., & Mishra, A. (2015). Sector diversity in green information technology practices: technology acceptance model perspective. *Computers in human behavior*, 49, 477-486.
- Babbie, E. (1999). *Métodos de pesquisas de survey* (Vol. 1). Belo Horizonte: Ed. da UFMG Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (Edição revista e atualizada). Lisboa: Edições, 70
- Bohas, A., & Poussing, N. (2016). An empirical exploration of the role of strategic and responsive corporate social responsibility in the adoption of different Green IT strategies. *Journal of cleaner Production*, 122, 240-251.
- Brasil. *Lei nº 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 25 out 2018.
- Butler, T. (2011). Compliance with institutional imperatives on environmental sustainability: Building theory on the role of Green IS. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(1), 6-26.
- Cai, S., Chen, X., & Bose, I. (2013). Exploring the role of IT for environmental sustainability in China: An empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 491-500.
- Chen, A. J., Boudreau, M. C., & Watson, R. T. (2008). Information systems and ecological sustainability. *Journal of Systems and Information Technology*, 10(3), 186-201.
- Chen, Y. S., & Chang, C. H. (2013). Greenwash and green trust: The mediation effects of green consumer confusion and green perceived risk. *Journal of Business Ethics*, 114(3), 489-500.
- Chung, Y. L. (2017). Energy-Saving Transmission for Green Macrocell–Small Cell Systems: A System-Level Perspective. *IEEE Systems Journal*, 11(2), 706-716.
- Corbett, J. (2010). Unearthing the Value of Green IT. In *ICIS* (Vol. 198).
- Deng, Q., Ji S., & Wang, Y. (2017). Green IT practice disclosure. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 15(1), 145-64,
- Dick, G. N., & Burns, M. (2011, March). Green IT in small business: an exploratory study. In *Proceedings of the Southern Association of Information System Conference, Atlanta, GA, March 25th-26th, USA*.
- Elkington, J., & Burke, T. (1987). *The Green Capitalists: How Industry Can Make Money - and Protect the Environment*. London: Victor Gollancz.
- Elliot, S. (2007). Environmentally sustainable ICT: a critical topic for IS research?. *PACIS 2007 proceedings*, 114.
- Fairweather, N. (2011). Even greener IT: Bringing green theory and “green IT” together, or why concern about greenhouse gasses is only a starting point. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 9(2), 68-82.
- Fang, C., Yu, F. R., Huang, T., Liu, J., & Liu, Y. (2015). A Survey of Green Information-Centric Networking: Research Issues and Challenges. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(3), 1455-1472.
- Fuchs, C. (2008). The implications of new information and communication technologies for sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 10(3), 291-309
- Haynes, C. A., & Shelton, K. (2018). Delphi Method in a Digital Age: Practical Considerations for Online Delphi Studies. In *Handbook of Research on Innovative Techniques, Trends, and Analysis for Optimized Research Methods* (pp. 132-151). IGI Global.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Cadastro Central de Empresas, CEMPRE 2016*. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/quadros/brasil/2016>>.
- Koo, C., Chung, N., & Nam, K. (2015). Assessing the impact of intrinsic and extrinsic motivators on smart green IT device use: Reference group perspectives. *International Journal of Information Management*, 35(1), 64-79.
- Kuo, B., & Dick, G. (2010). The greening of organisational IT: what makes a difference?. *Australasian Journal of Information Systems*, 16(2).
- Kurkalova, L. A., & Carter, L. (2017). Sustainable production: Using simulation modeling to identify the benefits of green information systems. *Decision Support Systems*, 96, 83-91.

- Landeta, J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological forecasting and social change*, 73(5), 467-482.
- Marôco, J. (2018). *Análise Estatística com o SPSS Statistics.: 7ª edição*. ReportNumber, Lda.
- Melville, N. P. (2010). Information systems innovation for environmental sustainability. *MIS quarterly*, 34(1), 1-21.
- Mishra, D., Akman, I., & Mishra, A. (2014). Theory of reasoned action application for green information technology acceptance. *Computers in human behavior*, 36, 29-40.
- Mithas, S., Khuntia, J., & Roy, P. K. (2010, December). Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy. In *ICIS* (p. 11)
- Molla, A., & Abareshi, A. (2011, July). Green IT Adoption: A Motivational Perspective. In *PACIS* (p. 137).
- Molla, A., & Abareshi, A. (2012). Organizational green motivations for information technology: empirical study. *Journal of Computer Information Systems*, 52(3), 92-102.
- Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional*, 10(1).
- Powell, C. (2003). The Delphi technique: myths and realities. *Journal of advanced nursing*, 41(4), 376-382
- Sarkar, P., & Young, L. (2009). Managerial attitudes towards Green IT: An explorative study of policy drivers. *PACIS 2009 Proceedings*, 95.
- Schmidt, N. H., Ereik, K., Kolbe, L. M., & Zarnekow, R. (2010, August). Predictors of Green IT Adoption: Implications from an Empirical Investigation. In *AMCIS* (p. 367).
- Streiner, D. L., & Kottner, J. (2014). Recommendations for reporting the results of studies of instrument and scale development and testing. *Journal of Advanced Nursing*, 70(9), 1970-1979.
- Uddin, M., & Rahman, A. A. (2012). Energy efficiency and low carbon enabler green IT framework for data centers considering green metrics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4078-4094.
- Unhelkar, B. (2016). *Green IT strategies and applications: using environmental intelligence*. CRC Press.
- Watson, R. T., Boudreau, M. C., & Chen, A. J. (2010). Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *MIS quarterly*, 23-38.

Elementos fundamentales para el desarrollo de la innovación, un estudio de casos.

Ing. Raquel Lafuente-Chryssopoulos. MEng.
Escuela de Ingeniería en Producción Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Costa Rica
rlafuente@itcr.ac.cr

Resumen

Incorporar proyectos de innovación en las empresas es una estrategia clave para el desarrollo y la diferenciación de las organizaciones. En el momento en que las empresas cuentan con un sistema de desarrollo de proyectos de innovación, deberían de contar también, con un sistema para el desarrollo y la implementación del proyecto, pero principalmente, deben de contar con indicadores de medición con el fin de garantizar futuras mejoras a los procesos y lo más importante la reducción del tiempo de las propuestas.

Para poder llevar el control de cada uno de los recursos y cumplimiento de objetivos, es esencial monitorear los aspectos clave de la innovación. Para ello, deben definirse «indicadores clave de la actuación» (Key Performance Indicators) o KPI's, que deberían de alertar en caso en que los objetivos no se estén cumpliendo conforme a lo esperado, pero, ¿cuáles puede ser los mejores indicadores para las organizaciones?

Con el fin de contestar a la pregunta, se analizaron empresas (casos de estudio) que se consideran exitosas en sus innovaciones y sus procesos, donde se pudo determinar que las empresas que se considera han sido exitosas en el desarrollo de proyectos de innovación, cuentan con un proceso debidamente definido estableciendo etapas de desarrollo, análisis y cumplimiento de objetivos.

Como parte de los resultados también y en términos generales, se pudo determinar que en las etapas del desarrollo de proyectos, las empresas si cuentan con indicadores que determinan el avance del proyecto principalmente en las etapas de: 1- evaluación y viabilidad de la idea, 2- en el cuerpo de desarrollo del proyecto con indicadores de calidad, recursos humanos y materiales, pruebas piloto y cumplimiento de los objetivos, tiempo y 3- en la etapa de introducción al mercado con indicadores de metas por ventas y aceptación y comportamiento en el mercado.

Palabras claves

Innovación, indicadores de innovación, proceso de innovación, gestor de innovación

1. Introducción

La competitividad, el desarrollo y la diferenciación de las empresas, son hoy en día asociadas a la capacidad con que cuentan dichas empresas para innovar. Las capacidades para generar, adquirir, adaptar y usar nuevos conocimientos son un factor crecientemente estratégico en la evolución de los niveles de competitividad de las organizaciones. Las empresas, como centro de los procesos de innovación (Manual de Oslo, OECD, 2005).

Las estrategias de innovación, probablemente seleccionadas por las empresas con el fin de ser más competitivos en el mercado, deberán de ser algo más que buenas intenciones en función a los resultados, sin embargo; resulta en ocasiones incierto determinar si realmente los

recursos invertidos para obtener mejores resultados permiten realmente conseguir esas mejoras significativas esperadas.

Los proyectos de innovación, por su naturaleza orientados a desarrollar un resultado único, están sometidos a un nivel de riesgo mucho más elevado que los procesos. Y los proyectos de I+D+i, por sus características novedosas, están sometidos a un riesgo todavía mayor que el del resto de proyectos (UNE 166.001:2006: Requisitos de un proyecto de I+D+i.)

En ocasiones se argumenta que para poder mejorar el sistema o proceso de innovación y reducir el riesgo y la incertidumbre que éstos representan, es importante contar con agentes que determinen, controlen y ejecuten las acciones de innovación. Dichos agentes están usualmente identificados dentro de las empresas como parte del departamento de I+D+i (si es que cuentan con uno de ellos) y muchas de ellas como responsabilidad de o los gestores de innovación. Dentro de las acciones que deben de desarrollar los gestores o en sí el departamento de I+D+i son las políticas internas de innovación las cuales constituye una declaración de principios en la que la organización determina cuál va a ser su actuación respecto a la actividad de innovación (pautas a seguir en los procesos de innovación) e integrarla en el plan estratégico de la organización, gestión de ideas y desarrollo de los mismos en el tiempo que sea necesario para conseguir los mejores resultados.

Parte importante dentro de un proceso de innovación, es la identificación de las correctas acciones que se desarrollan siendo el sistema de medición el único encargado de determinar si las acciones que se están desarrollando en el proceso están bajo los parámetros esperados o bien que marque la pautas a seguir para la determinación de las mejoras al proceso en sí.

Por lo anterior es que se considera que el establecimiento de indicadores de innovación, es una herramienta imprescindible para el control y la mejora del sistema de gestión de la innovación que, a su vez, está vinculado con las auditorías, las acciones preventivas y correctivas que realiza la empresa para el seguimiento del proceso de innovación y de sus resultados.

La medida, el control y la mejora del sistema de gestión de innovación consiste en la aplicación de métodos para hacer el seguimiento del proceso de innovación, la inversión de recursos en el mismo y los resultados obtenidos.

Los indicadores podrán estar entonces definidos según lo establezca la empresa, como indicadores de entrada, indicadores de salida, indicadores de proceso y de resultados. Además, se considera que los sistemas de control que se implementen en un proceso de innovación sean mayores entre más radical o disruptiva sea la innovación ya que evidentemente hay un mayor riesgo e incertidumbre implícito en el mismo.

Por lo anterior es que se considera importante analizar y determinar mediante casos de estudio en una primera fase, los indicadores que empresas exitosas utilizan como parámetros de acción dentro en sus procesos y tratar de identificarlos en las distintas etapas para que sirva como base para todas aquellas organizaciones que aun o cuentan indicadores debidamente establecidos.

2. Metodología

Con base en la información anterior se establecen las macro etapas que se consideran necesarias para la evaluación de los casos seleccionados y la recolección de los datos esperados, dichas etapas se representan en la siguiente figura:

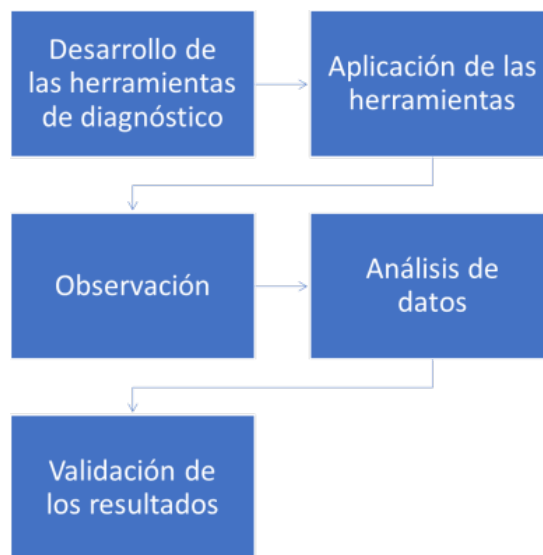
Figura N° 1 Proceso metodológico



Fuente: Elaboración propia

Una vez definidas las macro etapas del proceso de investigación se determinan las sub etapas definidas para el proceso de estudio de casos representada en la siguiente figura:

Figura N° 2 Proceso de recolección de la información



Fuente: Elaboración propia

Tal y como se describe en la Figura N° 2, el proceso de recolección de la información en las empresas seleccionadas inicia con el desarrollo de las herramientas tales como el desarrollo de un cuestionario, y las preguntas de análisis para entrevistas.

Las herramientas son aplicadas al personal encargado del departamento de I+D+i, o en su defecto el área encargada del desarrollo de proyectos de innovación, así como a los gestores o personal a cargo del desarrollo de las diferentes etapas del proceso de desarrollo de la

innovación considerando como parte de éste, desde la gestación de la idea hasta la puesta en marcha y las pruebas finales en el mercado.

Además, se establece como método de análisis la observación, es necesario para identificar etapas de evaluación en caso en que el proceso de las empresas no se encuentre debidamente documentado.

Una vez recolectada la información es importante analizar, tabular y validar los resultados con las empresas para lograr concluir y representar la información lo más acertada posible.

Es importante señalar que, por tratarse de estudio de casos, se trabaja bajo los resultados que se obtiene de las empresas seleccionadas, pero no podrán generalizarse como las mejores prácticas hasta que no se replique el proceso en una muestra significativa y representativa de la población considerando ésta etapa como la siguiente fase del proceso.

Para poder contar con datos deseados en esta etapa inicial de la investigación se decide trabajar con empresas que necesariamente cuenten con herramientas para el desarrollo de proyectos de innovación y que, en su portafolio de proyectos, cuenten con proyectos de innovación ya aplicados y exitosos en los últimos cinco años, por lo tanto, la sección será intencional.

3. Desarrollo

Para el análisis de las empresas inicialmente se identifican las características previas que según la literatura deben de tener las empresas con el fin de establecer indicadores de la innovación. A pesar de que la innovación hoy en día es identificada como herramienta clave para el éxito de las organizaciones, son muy pocas las herramientas claras que pueden servir como guía para las organizaciones o como indicador para la medición de la innovación.

Un factor indispensable en el desarrollo de las innovaciones sea cual sea el área en la que se va a innovar, es el contar con un proceso definido, con objetivos y entregables, con personal a cargo no solo del proyecto a realizar si no, en cada una de las etapas definidas como parte del proceso, recursos asignados y debidamente supervisados y un control estricto del tiempo en cada etapa y como proyecto final.

En relación a la definición del proceso del proyecto de innovación a realizar y los responsables asignados a cada una de las etapas, Trías (2011) indica que en las empresas donde se observan bajos niveles de innovación, los niveles de responsabilidad no son claros, en cambio, las empresas que mejor innovan no tienen este problema; la función de la innovación está bien definida y tiene un responsable concreto que, por cierto, no depende ni del departamento de marketing ni del de I + D en la mayoría de los casos. La innovación se gestiona activamente desde la dirección general, y luego pasa a diversos lugares de la empresa según la relación o área de desarrollo del proyecto, viniendo las ideas desde cualquier departamento que identifique la necesidad o cuente con una idea específica en su área. El resultado es que la innovación, no debería de ser un huérfano dentro de la organización, un zombi perdido que camina de un departamento a otro sin saber muy bien dónde recalar. Según el *McKinsey Global Survey*.

Adicionalmente, y antes de que la empresa se pierda en el desarrollo del proyecto, o sean mal interpretados los objetivos por falta de familiarización de parte de los actores con la idea, se considera indispensable que exista un proceso claramente definido con etapas y con responsables por cada una de ellas, éstas personas que fungen como guía deberán conocer ampliamente la idea estar relacionados con el área de desarrollo y estar en constante

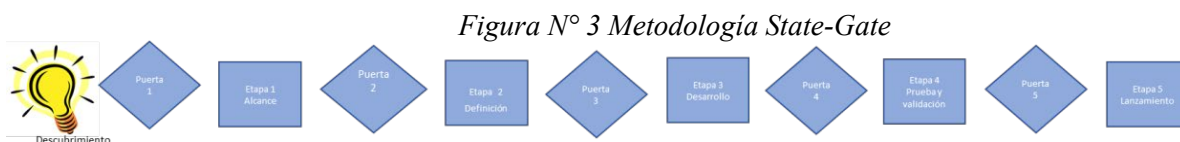
comunicación entre ellos para evitar que se conduzcan hacia caminos equivocados. Para la definición del proceso cada empresa debe de identificar cual es el modelo que se ajusta más a sus necesidades, sus procesos y su manera de accionar sin dejar de lado el modelo de negocio que indiscutiblemente define en gran medida la profundización, que sea flexible ante la toma de las decisiones tanto en el proyecto en sí como en los integrantes del proceso y el avance del mismo el que debe de tener un control y manejo correcto de la información.

Dentro de las propuestas de proceso que se abordan en la literatura y que han venido siendo modificadas con el pasar del tiempo producto de la misma flexibilidad que se necesita en las empresas para el desarrollo de los proyectos de innovación, parece que la metodología de etapas y puertas (States and Gates, de Roberto G.Cooper) se suele ajustar más a las necesidades de éste proyecto además de que el modelo es uno de los que ha tenido mayor aceptación por su flexibilidad y la capacidad de tomar decisiones en cada una de las etapas de desarrollo.

Es importante resaltar que, en las empresas que han servido como casos de estudio, cada una de ellas han definido según las características del proceso y su modelo de negocio, su propio proceso para el desarrollo de proyectos, siendo la flexibilidad, la capacidad para la redefinición de los objetivos, la capacidad para tomar decisiones en cada una de las etapas del modelo y la capacidad para detener el proyecto cuando los objetivos no se van cumpliendo como se esperaba unas de las características principales para la definición del mismo.

Por lo anterior y con el fin de poder definir un tronco común y amplio de etapas de desarrollo de proyectos de innovación, y al considerar que es un proceso que está basado en varias etapas y cada una de ellas consiste en un conjunto de actividades paralelas y multifuncionales que deben de ser finalizadas con éxito antes de obtener la aprobación para poder avanzar a las siguientes etapas y finalmente para su producción es que se considera como el modelo base para el estudio.

Con base en las características del modelo mencionado, es importante considerar que, para avanzar en cada una de las etapas, según lo propuesto por Cooper, es necesario atravesar por cinco “puertas de control” que dividen a seis etapas. Estas puertas de control son hitos, normalmente bajo el esquema de reuniones, dentro de los cuales se realiza la revisión por parte de los *skateholders* del proyecto, en esta ocasión llamados también *gatekeepers*, sobre cada uno de los objetivos que se tienen establecidos para cada etapa. Las etapas propuestas por *Roberto G Cooper* se representan en la siguiente figura:



Fuente: Elaboración propia

Para poder finalizar cada una de las etapas y avanzar a la siguiente, es necesario atravesar por “puertas de control”. Dentro de cada una de las puertas se realizan revisiones y se toma una decisión sobre el proyecto (*Continuar/Matar/Contener/Reciclar*). Esto sirve como un punto de control de calidad y tienen normalmente tres objetivos: asegurar la ejecución de la calidad, evaluar la racionalidad del negocio y aprobar los recursos utilizados por el plan del proyecto. Para el fin de la investigación se plantearon las preguntas y el análisis bajo el

parámetro de la metodología de etapas y puertas, ajustando los resultados a la realidad de las organizaciones.

Con base en lo anterior y como parte del análisis que se extrae del mismo, parece ser que, en cada puerta, debe de existir algunos factores que sirvan como proceso de decisión con el fin identificar si se debe o no continuar. Los Indicadores o KPI's de Innovación son un conjunto de herramientas y sistema de métricas, para medir la capacidad innovadora de una organización e inclusive como fuente de información y mejora para los procesos siguientes.

Trías (2011) indica que la ejecución de la innovación es la ejecución de la estrategia. Las estrategias cuyos resultados no pueden medirse son de poca utilidad. El seguimiento de los KPI's sirve tanto para comprobar si la innovación logra los objetivos planteados como para comprobar si la ejecución llevará al cumplimiento de los planes.

Para ajustar bien la ejecución, es esencial monitorizar los aspectos clave de la innovación. Para ello, deben definirse unos «indicadores clave de la actuación» (Key Performance Indicators). Los KPI's deberían de estar relacionados con los objetivos estratégicos de la innovación, los objetivos del plan de marketing, los sistemas de evaluación de los facilitadores, así como los elementos que configuran la propuesta de valor. Los KPI's deben ser concretos, medibles y cuantificables (Trías 2011, p.184).

Si bien es cierto existen propuestas sobre los indicadores, tipo de indicadores y cantidad de indicadores que se deben de gestionar para que un proyecto de innovación se mantenga bajo los objetivos planteados, no existe una propuesta que ayude a determinar cuáles son los indicadores base o mínimos necesarios para mantener el control en cada una de las etapas del proceso.

Por lo anterior, se decide determinar bajo el análisis de las empresas seleccionadas las siguientes incógnitas:

- a. ¿Se utilizan indicadores en el desarrollo de los proyectos de innovación?
- b. ¿Cuáles son los indicadores más utilizados entre las empresas analizadas?
- c. ¿En qué etapa del proceso de desarrollo de la innovación consideran necesarios los indicadores de innovación? (nótese que al hablar de etapas es con base al modelo de etapas y puertas expuesto anteriormente)

Es importante recordar que las empresas son seleccionadas de manera intencional con los siguientes requisitos:

- a. Que sea considerada una empresa innovadora, es decir que desarrollen proyectos de innovación y que tengan proyectos desarrollados en los últimos 5 años.
- b. Que sea una empresa que cuente con resultados de las innovaciones implementadas.
- c. Que cuenten con un departamento o personal responsable a cargo del desarrollo de proyectos de innovación no necesariamente lo generadores de las ideas.
- d. Que cuenten con un proceso etapas definidas para el desarrollo de los proyectos de innovación, con el fin de poder comparar los resultados.

4. Resultados, discusión y análisis

Con el propósito de aclarar las preguntas planteadas se analizan 5 empresas de ahora en adelante empresas A, B, C, D y E. El medio que se utiliza para obtener la información es la entrevista y cuestionario al personal del departamento de I+D+i o en su defecto el personal que está a cargo del desarrollo de proyecto de innovación y la observación mediante la presencia en la empresa y contacto con personal que ha participado en los procesos de innovación.

Antes de iniciar con la discusión de los resultados es importante mencionar que todas las empresas aseguraron contar con un proceso de innovación, para el desarrollo de sus proyectos y además en todos los casos los procesos son flexibles, es decir pueden retomarse objetivos y hacer cambios si es necesario: De igual manera se mencionó en el 100% de las empresas que no todos los proyectos que inician terminan implementándose, ya que el mismo proceso en sí, les permite detenerlos en caso en que no se esté cumpliendo lo esperado. De tal manera se considera que las empresas se adaptan al modelo de etapas y puertas usado como base para el análisis de los indicadores y antecedentes de la información y mencionado en el apartado anterior.

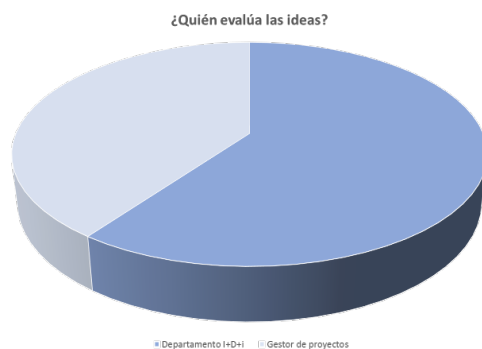
Inicialmente, se puede identificar que el 100 % de las empresas aseguran contar con indicadores de evaluación de las ideas, encontrando que en todos los casos se cuentan con un portafolio de ideas que pueden venir de lo interno o de lo externo de la organización, las cuales son evaluadas y seleccionadas para su desarrollo. Además, las ideas son seleccionadas según el plan estratégico o los objetivos para los que está comprometida la empresa en el corto y mediano plazo. De igual manera, 3 de las 5 empresas (A, D y E) aseguraron que, en ocasiones, cuando la idea de proyecto es atractiva, aunque no sea parte de la línea de proyectos de interés en ese momento, se analiza y si está dentro de las posibilidades principalmente en la asignación de recursos se da visto bueno al desarrollo de la misma.

Tres de las cinco (A, B y E) empresas aseguraron tener fechas definidas para la propuesta de proyectos, interesante mencionar que estas fechas están asociadas a la definición de presupuestos para el año siguiente lo que se concluye que esto ocurre en el momento de presupuestar los recursos anuales y coinciden con el cierre fiscal del año en curso. En este 60% de las empresas, existen periodos del año en el que se abren las “convocatorias” de recepción de ideas para el desarrollo de proyectos de innovación. Por lo general las convocatorias establecen temas o áreas de interés donde se pueden proponer ideas de mejora.

En los procesos de todas las empresas seleccionadas, se cuenta con sistemas de apoyo y de incentivos para la propuesta de proyecto incluyendo los de innovación. En el 40% de las empresas se reciben propuestas de proyectos cuando el trabajador quiera presentarla ayudado con actividades claves como incentivos, premiaciones a final de año y hasta participación en los resultados.

Las evaluaciones de las ideas son realizadas por el departamento de I+D+i o por el personal a cargo del control o desarrollo de proyectos y se comportan como se demuestra en la siguiente figura N°4.

Figura N° 4 Respuesta a la pregunta de ¿quién evalúa las ideas?



Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto el principal factor para la evaluación de las ideas es que ésta se encuentre bajo el plan de desarrollo, se encontraron otros factores que se consideran igual de importantes para su aprobación de la idea y que se presentan en el siguiente cuadro N°1:

Cuadro N° 1 Factores considerados como indicadores para dar aval a la propuesta de idea de proyecto de innovación

Factor	% de empresas que lo aplican	Empresa
Idea responde al plan de desarrollo	100 %	A, B, C, D, E
Recursos económicos	100 %	A, B, C, D, E
Conocimiento Técnico del personal que estará a cargo	40 %	D, E
Disponibilidad de Recurso Humano	100 %	A, B, C, D, E
Disponibilidad de materia prima ¹	60%	A, B, D, E
Disponibilidad de recursos materiales	100%	A, B, C, D, E

Fuente: Elaboración propia

Al retomar la metodología de etapas y puertas de Cooper mencionada anteriormente (ver figura N° 3), se parte de la premisa de que toda empresa cuenta con dos grandes bloques en el desarrollo de los proyectos de innovación; a- la determinación de los factores que evalúan la idea como tal y b- el desarrollo de la idea una vez que ha sido aprobada. De tal manera, se podría concluir que el primer o los primeros indicadores claves deben de estar relacionados a la evaluación y aprobación de las ideas, independientemente de donde provengan, la empresa ¹debe de estar anuente en recursos y condiciones para poder iniciar con el proyecto. Un comentario común entre los gestores entrevistados fue el dejar claro que no se debe desarrollar una idea solo porque parece buena, ésta debe de cumplir con el desarrollo esperado por la empresa.

Una vez aprobada la idea, pasa por la siguiente etapa del proceso, la cual es definida según las características del producto, por ejemplo, para las empresas productoras (A, B, D y E) deben mantener cuidado y control sobre las características que se necesitan para producir, las indicaciones particulares del producto y sobre todo la disponibilidad de las materias primas antes de elaborar las pruebas sean de laboratorio, de producto o de producción.

En el caso de la empresa de servicios (D) lo que se verifica es la disponibilidad de recurso humano en cuanto a tiempo y conocimientos necesarios antes de proceder.

¹ La empresa que no hace control de disponibilidad de materia prima es porque las características de su negocio no lo requieren

Dentro del proceso de desarrollo de la innovación, relacionado a las etapas 1, 2, 3 y 4 de la metodología de etapas y puertas de Cooper, considerado como el cuerpo de desarrollo de la idea, el 80% de las empresas (A, B, C, D y E) cuentan con indicadores de avance del desarrollo del proyecto. Los indicadores utilizados por cada una de las empresas varían dependiendo de las características del producto, e inclusive dependiendo de la característica del proyecto que se apruebe siendo los más mencionados los siguientes:

Cuadro N° 2 Factores considerados como indicadores en el desarrollo del proyecto

Factor	% de empresas que lo aplican	Empresa
Tiempo en cada etapa	80%	A, B, D, E
Recursos materiales (calidad)	80%	A, B, D, E
Pruebas de laboratorio	60%	A, B, E
Pruebas piloto (planta o proceso)	60%	A, D, E
Pruebas específicas con clientes	40%	A, D
Aceptación lanzamiento (Focus group o in-situ)	60%	A, B, E

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores anteriormente mencionados, se puede identificar, que el control de tiempo y los costos asociados es transversal ya que se mantiene durante el todo desarrollo del proyecto de innovación principalmente en las etapas alcance, validación, definición, desarrollo y prueba y validación, según el modelo de etapas y puertas (o su homólogo según lo tenga definido la empresa). En éste caso, las empresas mencionaron que el control del tiempo se establece principalmente para poner fecha de cumplimiento de los objetivos en cada una de las etapas. Importante señalar que muchas de las etapas del proceso pueden ser trabajadas por los distintos departamentos de manera simultánea por lo que mantener control sobre el tiempo de ejecución de las tareas facilita establecer el control de eficiencia. Además, identifica que en las empresas cuando aparecen contratiempos la comunicación de los mismos es esencial para la reconsideración del tiempo o el replanteamiento de los objetivos.

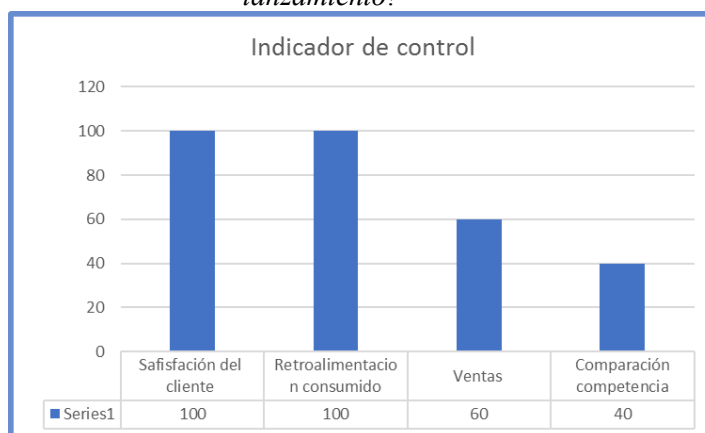
En relación a los recursos materiales se mantiene varios controles o indicadores por parte de las empresas encuestadas siendo más riguroso en las empresas de productos. Primero y uno de los más importantes es que durante el desarrollo del proyecto se van estableciendo las cantidades y la calidad de las materias primas que son necesarias para cumplir con los estándares de la empresa o que se establecen como meta. Dos de las empresas analizadas (A y E) mencionaron que en ocasiones se han tenido que detener proyecto por materia prima, lo que

indica que la evaluación de la materia prima es un indicador clave de avance para las empresas productoras.

En relación a las pruebas finales del producto, se tiene que el 100% de las empresas realizan pruebas anteriores al lanzamiento ejecutando ajuste si se considera necesario (las pruebas dependen de si la empresa es de producto o servicios, sin embargo, son consideradas igual de importantes en todos los casos). Por lo tanto, se puede mencionar que contar con un indicador prueba final es indispensable para dar el visto bueno para salir al mercado. Los medios que se mencionaron que son utilizados para realizar dichas pruebas son: validación con algún cliente cercano, focus group, aceptación por medio de muestras con clientes e inclusive el “in-situ” principalmente para validar como cliente prueba o mercado prueba.

En relación a la etapa de lanzamiento, las empresas entrevistadas mencionaron varios indicadores de control que se llevan en función a la aceptación del producto o el servicio por parte del mercado como se aprecia en la siguiente figura N°5.

Figura N° 5 Respuesta a la pregunta de ¿Cuáles son los controles que se realizan post lanzamiento?



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, y parece que fuera de lo que originalmente se podría identificar parte el proceso de desarrollo de innovación, es importante resaltar que las empresas llevan control posterior a estar el producto “maduro” en el mercado, entre los controles que se mencionaron que se llevan son: porcentaje de ventas, control de los costos de operación, sistemas de quejas, y control de la competencia.

Importante resaltar que dichos controles finales se tienden a mantener en todos los productos sin importar el tiempo en el lanzamiento y que el indicador de ventas es el que les alerta sobre algún factor que estaría afectando la presencia del producto o del servicio en el mercado, y es precisamente este análisis que permite gestar en algunos de los casos nuevos proyectos de innovación

4.1. Otros indicadores

Dentro del proceso de entrevistas se recopiló información de controles que se llevan a cabo en los departamentos de I+D+i o sus equivalentes en las empresas analizadas. Estos controles a pesar de no estar específicamente señalados como parte del desarrollo de un proyecto de innovación son importantes de considerar como parte de un proceso integral para

el buen funcionamiento de los proyectos, entre ellos los más mencionados con.

✓ Cantidad de proyectos propuestos o registro de ideas. Lo que se hace es establecer una meta por año de propuestas de mejora y de proyectos nuevos, inclusive, dos de las empresas (A y D) mencionaron que manejan un porcentaje de proyectos de mejora y otro porcentaje meta de propuestas nuevas. La meta por lo general es superar los indicadores del año anterior. Se lleva control de cantidad de ideas propuestas, ideas seleccionadas e ideas ejecutadas con éxito.

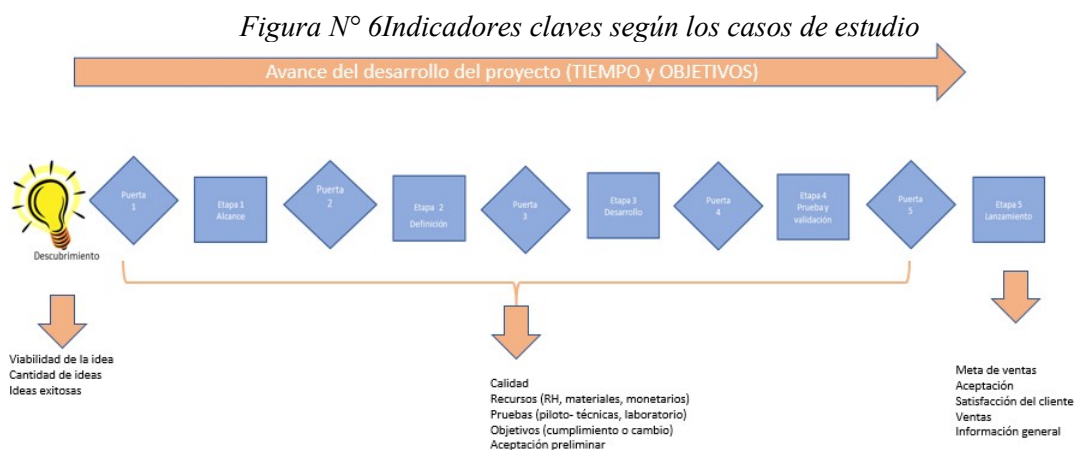
✓ Desarrollo de proyectos: se lleva un indicador anual de la capacidad que tuvo la empresa de desarrollar proyectos y el porcentaje de proyectos que fueron de innovación. Igual que se indicó anteriormente, la idea es cumplir la meta anual y mejorar la de los años anteriores.

✓ Gastos relacionados al desarrollo de los proyectos: Se lleva control de gastos asociados a los proyectos y se analiza el comportamiento de gastos con los proyectos anteriores. Todas las empresas mencionaron contar con un presupuesto anual para este rubro.

✓ Personal: en cuanto a las personas de la organización 4 empresas aseguraron que existen incentivos relacionados a la propuesta de ideas, así como a la participación en el desarrollo de las mismas.

✓ Tiempo: Dos de las empresas, analizan anualmente el tiempo que se utilizó en el desarrollo de cada una de las propuestas. En una de ellas adicionalmente se analiza las etapas del proceso en las que se extendió el tiempo para identificar si se puede mejorar la metodología que se está utilizando.

Tomando en cuenta la información recopilada en las empresas seleccionadas, se puede determinar que existen diferentes etapas del proceso de desarrollo del proyecto de innovación que se podrían mantener controles o indicadores de innovación. Para ejemplificar las etapas en donde los casos analizados realizan indicadores me basaré en el modelo de etapas y puertas que ha servido de base para los capítulos anteriores, teniendo como resultado los siguientes indicadores claves:



Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se puede analizar que a pesar de contar cada una de las empresas utilizadas bajo el estudio, con etapas diferentes en el desarrollo de su proyecto, los indicadores más comunes que aseguraron mantener para control se dividen en tres áreas. La primera relacionados a la aprobación de la idea que como se indicó anteriormente está influenciada por los objetivos estratégicos de la organización y los recursos disponibles. En la segunda etapa, que se concentra en el desarrollo del proyecto y lo que conlleva llevar la idea a la realidad, se encontraron cinco factores claves sea de una empresa de producción o de servicios, estos son:

calidad en todas las áreas, recursos disponibles no solo para el desarrollo del proyecto si no para la correcta creación del producto, recursos económicos disponibles o los conocimientos necesarios para el servicio, indicadores de pruebas antes de someter a producción o desarrollo final y claro está el cumplimiento de los objetivos que inicialmente se plantearon en la idea y aceptación preliminar de la propuesta. Una tercera etapa de indicadores está estrechamente relacionados al lanzamiento del producto o del servicio al mercado y lo que se relaciona a la aceptación del producto o del servicio en el mercado meta definido.

Finalmente se encuentran indicadores transversales relacionados al avance del desarrollo del proyecto, el tiempo que se dedica a cada una de las etapas y el cumplimiento de los objetivos o el replanteamiento de los objetivos iniciales.

5. Conclusiones

Una vez analizada la información que se logró recopilar en los casos de estudio seleccionados se puede concluir que:

✓ Todas las empresas seleccionadas aseguraron contar con un proceso de innovación debidamente señalado por etapas con procesos flexibles, por lo que se considera que las empresas se adaptan al sistema de etapas y puertas, discutido en los antecedentes y usado como base para el análisis de los indicadores y el planteamiento de las entrevistas y el cuestionario.

✓ El 100 % de las empresas aseguran contar con indicadores de evaluación de las ideas, encontrando que, en todos los casos, se cuentan con un portafolio de ideas que pueden venir de lo interno o de lo externo de la organización generalmente impulsado por las áreas de I+D+i o en su defecto por el encargado de proyectos.

✓ Las ideas propuestas para el desarrollo de proyectos de innovación, son seleccionadas según el plan estratégico o los objetivos para los que está comprometida la empresa en el corto y mediano plazo (variando el tiempo de los plazos según la industria). Sin embargo, 3 de las 5 empresas aseguraron que, en ocasiones, cuando la idea de proyecto es atractiva, aunque no sea parte de la línea de proyectos de interés, se analiza y si está dentro de las posibilidades principalmente en la asignación de recursos se da visto bueno al desarrollo de la misma indicando con el proceso que se establece para el desarrollo de la misma.

El 100% de las empresas llevan indicadores de gestión de ideas, es decir se lleva control no solo de la cantidad de ideas que se generan por áreas si no también, el % de ideas que se logran concluir exitosamente.

Mantener el control de la gestión de las ideas permite llevar control reduciendo la duplicidad de proyectos, áreas de mayor desarrollo de proyectos, personal con mayor desarrollo de ideas entre otros controles útiles para mejorar el tiempo del desarrollo de los proyectos

✓ El 100% de las empresas analizadas, cuentan con un sistema de apoyo y de incentivos para la propuesta de proyecto incluyendo los de innovación. En el 40% de las empresas se reciben propuestas de proyectos cuando el trabajador quiera presentarla ayudado con actividades claves como incentivos, premiaciones a final de año y hasta participación en los resultados. En el resto, 60%, existen periodos del año en el que se abren las “convocatorias” de recepción de ideas para el desarrollo de proyectos de innovación. Por lo general las convocatorias establecen temas o áreas de interés donde se pueden proponer ideas de mejora.

✓ Los factores que se incorporan para la evaluación de las ideas son: evaluación de la propuesta en función a los objetivos estratégicos organizaciones, capacidad tecnológica, recursos materiales, económico y recurso humano.

✓ Una vez aprobada la idea, pasa por la siguiente etapa del proceso, la cual es definida según las características del producto, por ejemplo, para las empresas productoras (A, B, D y E) deben mantener cuidado y control sobre las características que se necesitan para producir, las indicaciones particulares del producto y sobre todo la disponibilidad de las materias primas antes de elaborar las pruebas sean de laboratorio, de producto o de producción. En el caso de la empresa de servicios (D) lo que se verifica es la disponibilidad de recurso humano en cuanto a tiempo y conocimientos necesarios antes de proceder. Sobre ellas el 80% de las empresas asegurar llevar control en cada una de las etapas principalmente estadísticas sobre los factores que por alguna razón limitan continuar con la propuesta por lo que ayuda a reducir, cuando sea posible, cometer el mismo error.

✓ En relación a las pruebas finales del producto o servicio, se tiene que el 100% de las empresas realizan pruebas anteriores al lanzamiento ejecutando ajuste si se considera necesario.

✓ Una vez llevada la idea al mercado, se mencionaron cuatro indicadores base para su control: retroalimentación, ventas, comparación con la competencia y satisfacción del cliente. Todas ellas en miras hacia el desarrollo de nuevos proyectos y generación de discontinuidades.

✓ Finalmente se considera importante que las empresas llevan una serie de indicadores que a pesar de ser parte específica del desarrollo de los proyectos, es considerado importante para el funcionamiento de los departamentos en el desarrollo de proyectos que son: control de la cantidad de proyectos propuestos o registro de ideas, capacidad que tuvo la empresa para el desarrollo de proyectos, gastos relacionados al desarrollo de los proyectos, personal y tiempo. Adicionalmente se encuentran indicadores transversales relacionados al avance del desarrollo del proyecto y el tiempo que se dedica a cada una de las etapas

6. Referencias

- Ahmed, P. & Sheperd, C. (2010). *Innovation management, context, strategies, systems and processes*. London: Financial Times Press.
- Bilinao, E. (2009). Innovation process and performance in small to medium-sized firms: A conceptual framework. *DLSU Business & Economic Review*, 19(1).
- Brophey, G. & Brown, S. (2009). Innovation practices within small to medium-sized mechanically-based manufacturers. *Innovation*, 11(3), 327-340.
- Brown, S. & Eisenhardt, K. (1995). Product development: Past research, present finding, and future directions. *Academy of Management Review*, 20(2), 343-378.
- Burgelman, R., Maidique, M. & Wheelwright, S. (2001). *Strategic management of technology and innovation*. (3 ed.). New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Carbonell, M. P. (2001). Caracterización de los modelos etapa-puerta de desarrollo de nuevos productos. *Cuadernos de Administración*, 17(25), 103-120.
- Castillo, M. (2012, mayo). *La importancia de las MIPYME y su importancia*. Presentación para Fidelitas. Disponible en <http://www.fidelitasvirtual.org/moodle/file.php/1/Presentaciones/ImportanciaMipyme.pdf>
- Castro, E., Fernández de Lucio, I. y Jiménez, F. (2013). *El contexto de la investigación y la innovación tecnológica. Documento de trabajo del Curso para Formadores en Planificación Gestión de la I-D y la Innovación*. Valencia: Ingenio y Organización de Estados Iberoamericanos, 54 p.
- Collier, D. y Evans, J. (2009). *Administración de operaciones: Bienes, servicios y cadenas de valor*. (2 ed.). México: Cengage Learning.
- Cooper, R. (1994). Perspective: Third generation new product processes. *Journal of Product Innovation Management*, 11, 3-14.
- Cooper, R. (2008). Perspective: The stage-gate idea-to-launch process-update, what's new, and NexGen systems. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213-232.
- Creswell, J. (2013). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. California:

- SAGE Publications, Inc.
- Crossan, M. & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(9), 1154-1190.
- Damanpour, F. & Schneider, M. (2006). Phases of the adoption of innovation in organizations: effects of environment, organization and top managers. *British Journal of Management*, 216-236.
- Denison, D., Haaland, S., & Goelzer, P. (2004). Corporate culture and organization effectiveness: Is Asia different from the rest of the world?. *Organizational Dynamics*, 33(1), 98-109.
- Dess, G. & Pickens, J. (2000). Changing roles: Leadership in the 21st century. *Organizational Dynamics*, (28), 18-34.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), p.532-550
- Escorsa, P. y Valls, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Sl.
- Eurostat y OCDE. (2006). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. (3 ed). España: Grupo Tragsa.
- Galende, J. (2008). La organización del proceso de innovación en la empresa española. *Economía industrial*, (368), 169-185.
- Herstatt, C., & Verwoorn, B. (2004). Innovation process models and their evolution. En D. Probert, O. Granstrand, A. Nagel, B. Tomlin, C. Herstatt, H. Tschirky, & T. Durand (Eds), *Bringing technology and innovation into the boardroom: Strategy, innovation and competences for business value* (pp. 326-346). New York: Palgrave Macmillan.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). Clasificación de Actividades Económicas de Costa Rica (CAECR-2011), Estructura y Notas Explicativas (Vol 1). San José: INEC.
- Kline, S. (1985). *Research, invention, innovation and production: Models and reality*. California: Stanford University.
- Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En R. Landau, & N. Rosenberg (Eds), *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth* (p. 275-305). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Lager, T., Hallberg, D. & Ericksson, P. (2010). Developing a process innovation work process: The LKAB experience. *International Journal of Innovation Management*, 14(2), 285-306.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis. A Methods Sourcebook*. (Tercera edición). California: USA. Sage Publications, Inc.
- Namey, E., Guest, G., Thairu, L. and Johnson, L. (2008). Data Reduction Techniques for Large Qualitative Data Sets. In, G. Guest & K. MacQueen (Eds). *Handbook for Team-Based Qualitative Research* (pp.137-161). New York: Altamira Press.
- Pettigrew, A. M. (1997). What is a processual analysis?. *Scandinavian Journal of Management*, 13(4), 337-348.
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7-31.
- Saldaña, J. (2013). *The Coding Manual for Qualitative Researches* (Segunda edición). California: SAGE.
- Schein, E. (2010). *Organizational Culture and Leadership*. (Cuarta edición). California: John Wiley & Sons.
- Scherkenbach, W. (1998). *La ruta Deming a la calidad y la productividad: Vías y barreras*. México: Compañía Editorial Continental.
- Utterback, J. (1971). The process of technological innovation within the firm. *Academy of Management Journal*, 14(1), 75-89.
- Yin, R. (2014). *Case Study Research: Design and Method*. (Quinta ed.). California: SAGE Publications, Inc.

Medición de la asignación de recursos como facilitador de Gestión de la Capacidad de Innovación en las Organizaciones Desarrolladoras de Software de la Región Centro Oriental Colombiana.

Wilmer Pérez-Betancourt, Eng

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Colombia
wiperezb@unal.edu.co

Iván Mauricio Rueda-Cáceres, PhD

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Colombia
imruedac@unal.edu.co

Jenny Marcela Sánchez-Torres, PhD

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Colombia
jmsanchezt@unal.edu.co

Resumen

El objetivo de este estudio fue describir el grado de desarrollo de la Asignación de Recursos (AR) como uno de los Facilitadores de Gestión (FG) que propicia la Capacidad de Innovación (CI) en Organizaciones Desarrolladoras de Software (ODS) de la región centro oriental de Colombia. La medición del facilitador en mención y las dimensiones asociadas al mismo (*Distribución de tiempo y espacio; Creación de incentivos y provisión de recursos; Asignación de recursos para el aprendizaje constante*), permite a los directivos de las organizaciones reflexionar y tomar decisiones acerca del estado de sus organizaciones y del sector en términos de los recursos que asignan para transformar continuamente los conocimientos y las ideas en productos y servicios competitivos. El estudio se realizó con la información obtenida a través de la aplicación de un Modelo para la Medición de la Capacidad de Innovación - MMDCI en 98 organizaciones desarrolladoras de software.

Como principal resultado se observa que el grado de desarrollo promedio de la AR en la región evaluada es moderadamente implementado en un 57%. Además, se presentan los resultados en cada una de sus tres dimensiones asociadas conforme a la información desarrollada por el modelo en mención. Esto brinda una perspectiva amplia y conocimiento del comportamiento de las ODS y, además, les permite realizar a estas la evaluación de sus procesos de CI.

Palabras clave

Capacidad de Innovación, Facilitador de Gestión, Asignación de Recursos, Organizaciones Desarrolladoras de Software, Medición.

1. Introducción

Hoy en día, los entornos empresariales se caracterizan por ser altamente competitivos y dinámicos. En estos, los productos y la tecnología se actualizan constantemente, motivo por el cual, para la industria del software, es una prioridad innovar continuamente. Para conseguir esta prioridad, es necesario para las organizaciones del sector software tener una amplia

comprensión, control de actividades y determinantes de la innovación (Edison, Bin Ali, & Torkar, 2013; Rueda-Cáceres, 2017).

Además, en la sociedad del conocimiento actual, se considera un hecho que las inversiones en ciencia y tecnología son claves para el bienestar social y desarrollo económico. De esta manera, se realiza la importancia de la AR en todos los niveles de planificación de los países destinados para los programas mencionados anteriormente. Estas inversiones permiten garantizar la competitividad y desarrollo. Los recursos humanos y financieros dedicados a la I+D se ven reflejados en el grado de compromiso de las economías que son basadas en el conocimiento e innovación (Del Castillo Hermosa, Díez Fuente, & Innovatec, 2006). Las organizaciones que pertenecen a la industria tienen un comportamiento que manifiesta voluntad y actitud positiva frente a los procesos de innovación. Sin embargo, entre los puntos débiles de la industria, se encuentran la limitada asignación de recursos, restringida inversión en activos inmateriales, mecanismos condicionados de adquisición de tecnología, entre otros (MINER, 1997). Las ODS se encuentran en un sector en el que la innovación es una necesidad primordial dentro de sus agendas estratégicas (Tzeng, 2009).

Del mismo modo, las ODS tienen dentro de sus objetivos la obtención del conocimiento para la mejora continua de sus líneas de negocios y la distribución adecuada de sus servicios y productos. Así pues, para las ODS es un requisito primordial, el encontrarse actualizadas de manera perdurable en términos de sus conocimientos logrados, lo cual les brindará una ventaja constante frente a sus competidores (Fedesoft, 2002; Rueda-Cáceres, 2017; Velasco, Zamanillo, & Gurutze, 2007).

Se reconoce de manera general, que para la industria de software colombiana existe una carencia con respecto al desarrollo de los procesos de la CI y los métodos e instrumentos de medición para éstos. El desarrollo y la aplicación de un modelo que permita realizar la medición de la CI asociada a los FG, brinda la oportunidad de constituir los conocimientos organizativos y demás competencias necesarias en las organizaciones para la creación o mejoría significativa de sus productos y procesos. A su vez, lo expuesto anteriormente da la posibilidad de ofrecer una solución hábil para los cambios tecnológicos disruptivos y las oportunidades repentinas que proporciona el mercado en el sector de software (Edison et al., 2013).

En respuesta a la problemática recién nombrada, Rueda-Cáceres (2017), estableció un modelo cuyo objetivo es la medición de los FG en la industria del software. Este modelo es llamado: Modelo para la Medición de los Determinantes de la Capacidad de Innovación en Organizaciones Desarrolladoras de Software del contexto colombiano – MMDCI. Con el MMDCI se le permite a las ODS, reconocer sus métricas asociadas a los determinantes que están vinculados a la CI y de la misma manera identificar el grado de desarrollo de sus FG. El MMDCI será explicado más adelante dentro de este artículo.

El MMDCI en su momento fue aplicado en un caso de estudio múltiple para tres ODS, las cuales manifestaron que los indicadores evaluados podrían llegar a utilizarse en sus organizaciones y mejorarían sus actividades diarias. No obstante, tales resultados no permitieron generalizar sobre la utilidad y funcionalidad del modelo en mención hacia la industria de software colombiana. Por ello, se decidió buscar evidencia empírica para tal efecto, al aplicar el MMDCI a una mayor muestra de organizaciones. Los resultados aquí presentados hacen parte de ese esfuerzo.

Sin embargo, entre los resultados encontrados en la aplicación para las tres ODS, se halló que la AR fue el facilitador que tuvo menor grado de desarrollo.

Por tal razón, en este estudio se hace énfasis en los resultados que describen el FG

denominado como AR en las ODS colombianas.

Ahora bien, según Fedesoft, Mintic, & Sena (2015) el 80% de las organizaciones activas en el directorio de la industria del software y servicios asociados con TI en Colombia se encuentra localizado en la región centro-oriental, razón por la cual esta fue la seleccionada para la aplicación del MMDCI. Vale la pena aclarar que la región centro-oriental está conformada por los departamentos de: Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Santander y la ciudad de Bogotá D. C.

Por consiguiente, el presente estudio tiene como objetivo describir el estado del FG denominado como AR en las ODS de la región centro-oriental colombiana. Esta descripción se hace a través de un estudio cuantitativo a través de una medición estandarizada y numérica, además de un análisis estadístico.

El contenido de este documento presenta en la sección dos el concepto de innovación y CI en la sección tres se describen los determinantes de innovación como soporte a la CI, para la sección cuatro se da a conocer la medición de los determinantes de la CI, la sección cinco presenta el método propuesto, posteriormente en la sección seis se describen los resultados obtenidos, la sección siete muestra la discusión, seguidamente, en la sección ocho se presentan las conclusiones. Finalmente, en la sección nueve se encuentran las referencias utilizadas para la elaboración de este artículo.

2. Innovación y Capacidad de Innovación

Generalmente, las organizaciones consideran pertinente la apropiación del concepto de innovación, la cual, frecuentemente, se asocia con el progreso, el desarrollo tecnológico, el establecimiento de nuevos empleos y mejoras en las condiciones de vida de las personas. Existen múltiples investigaciones y conceptos asociados e identificación de diferentes tipos de innovación, uno de estos se centra en el factor económico donde se reconoce que para las organizaciones, la innovación tecnológica facilita la competitividad (Del Castillo Hermosa et al., 2006).

En la literatura existente sobre innovación, destaca el consenso alcanzado en el Manual de Oslo, el cual como referente de la medición (recolección e interpretación) de las actividades de innovación, la define como el desarrollo, implementación o mejoramiento de productos o procesos, o una combinación de ambos que difiere de manera significativamente de los productos o procesos de la unidad y que se hace disponible a potenciales usuarios (productos) o ha sido puesto en uso por la unidad (procesos). Entiéndase unidad como al actor responsable por las innovaciones (OCDE/Eurostat, 2018).

Por su parte, la CI ha sido conceptualizada a través del tiempo por diferentes autores. Una de las definiciones más citadas es la de Lawson & Samson (2001), quienes la establecen como “la habilidad de la organización, para transformar continuamente el conocimiento y las ideas en nuevos productos, procesos y sistemas para el beneficio de la organización y los *stakeholders*”.

Desde el punto de vista de las organizaciones, la CI se logra incrementar a través de la valoración de los factores externos e internos de estas. Para la evaluación de los factores externos se identifican investigaciones de tipo industrial, de mercados y económicas. Con respecto a los factores internos, se hace necesario analizar la motivación de la junta directiva para innovar, así como la evaluación de los procesos de negocios y los FG (Crossan & Apaydin, 2010).

3. Determinantes de la Innovación

Crossan & Apaydin (2010), definieron tres grupos de elementos determinantes de la innovación dentro de las organizaciones: i) liderazgo; ii) procesos de negocios; y, iii) FG. Así, el liderazgo tiene como objeto de estudio los equipos de la alta dirección y los factores asociados a estos como experiencia, proactividad, autoridad, dominio, iniciativa personal, gestión del cambio, entre otros. Los procesos de negocios tienen como objetivo analizar los procesos que participan en el proceso de transformación de las materias primas en productos. Los FG hacen referencia a diferentes variables internas que caracterizan la innovación en una organización. Los FG se consideran determinantes de la CI como quiera que, brindan la estructura que permite interconectar las ideas de los líderes de las organizaciones con los procesos de negocios, con el fin de obtener nuevos resultados o productos para la organización como resultado de las ideas de los líderes.

Crossan & Apaydin (2010), también establecieron que son cinco FG, a saber: i) misión, metas y estrategia que permitan el desarrollo de un plan de acción para obtener una ventaja competitiva (Henderson, 1964); ii) estructura y sistemas que hacen referencia a la forma en el que el poder y la responsabilidad son asignados (Nahm, Vonderembse, & Koufteros, 2003); iii) AR que indica la capacidad para la correcta asignación del capital, conocimiento y tecnología en la innovación (Yam, Lo, Tang, & Lau, 2011); iv) gestión del conocimiento y aprendizaje organizativo que hace parte de los procesos, prácticas y permite el aprovechamiento, transferencia y aplicación del conocimiento (Alavi & Leidner, 2001); y, v) cultura organizacional que son los valores arraigados de la organización y combina dentro de esta los comportamientos, sentimientos, relaciones, lenguaje, entre otros del recurso humano asociado a esta (Schein, 2004).

Como ya se indicó dentro de los FG se encuentra la AR, la cual se describe dentro de una organización como el abastecimiento de las materias primas para el desarrollo de un proceso (Jaakson, Tamm, & Hämmal, 2011), en este contexto, el proceso es de la innovación. Inicialmente, el concepto de recursos se asocia a los activos que una organización posee y que se encuentran disponibles de manera externa y pueden ser transferibles (Amit & Schoemaker, 1993; Grant, 1991). Ahora bien, para que una organización sea innovadora, implica que exista una AR que apoye este proceso y le permita realizar una adaptación a los cambios (Judge, Fryxell, & Dooley, 1997). De igual manera, este facilitador asegura que la organización cuente con la tecnología, capital humano y económico necesarios para el desarrollo del proceso de la innovación (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004). Por consiguiente, para este estudio la AR es definida como la capacidad de la organización para adquirir y asignar de manera adecuada el capital, los conocimientos y la tecnología que contribuyen en el proceso de innovación (Yam et al., 2011).

4. Medición de los Determinantes de la Capacidad de la Innovación

Son varios los modelos presentes en la literatura que miden la CI de una organización como por ejemplo: i) Modelo para medir los determinantes de la CI en pequeñas firmas de electrónica y software en el sureste de Inglaterra propuesto por Romijn & Albaladejo (2002); ii) Modelo de evaluación de los determinantes de las capacidades de innovación en pequeñas firmas de software por Capaldo, Iandoli, Raffa, & Zollo (2003); iii) Investigación de la relación entre los factores organizacionales y la CI en compañías de desarrollo de software de

Koc (2007); iv) Modelo de madurez de la capacidad de innovación para gobierno de innovación colaborativa desarrollado por Knoke (2010); v) Modelo para la medición de la innovación en la industria de software propuesto por Edison et al. (2013); y, vi) Modelo conceptual de las prácticas y resultados de la innovación en organizaciones desarrolladoras de software brasileras definido por De Souza Bermejo, Tonelli, Galliers, Oliveira, & Zambalde (2016).

De esta manera, Rueda-Cáceres (2017) estableció que tales modelos se han centrado en los procesos de negocios y se ha estudiado mínimamente los otros determinantes asociados a la CI (Facilitadores de Gestión y Liderazgo). Así pues, posteriormente Rueda-Cáceres (2017) propone el modelo MMDCI, en el cual busca suplir la necesidad de realizar la medición de la CI a través de la evaluación del grado de desarrollo de los FG. El modelo les permite a las organizaciones identificar sus métricas relacionadas a los determinantes ligados a la CI y asimismo reconocer el grado de desarrollo de sus FG, como elementos que propician la innovación.

Los FG que se evalúan dentro del MMDCI se presentan en el Diagrama 1.

Diagrama 1: Diagrama conceptual del MMDCI.



Fuente: Elaboración propia

El MMDCI se compone de un grupo de cinco determinantes de la CI que son los FG: i) cultura organizacional; ii) estrategia organizacional; iii) estructura organizacional; iv) gestión de conocimiento; y, v) asignación de recursos. Cada uno de los FG consta de dimensiones y estas a su vez constan de grupos de indicadores. Con la evaluación de los indicadores se logra describir el grado de desarrollo de cada FG. Los determinantes junto con las dimensiones y grupos de indicadores del MMDCI se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Características de los determinantes del MMDCI.

Determinantes (5)	Dimensiones (13)	Grupo de indicadores (22)	Número de indicadores (82)
Cultura Organizacional	Intención para innovar	Propensión para innovar	5
		Circunscripción	6

		organizacional	
	Infraestructura de innovación	Aprendizaje organizacional	6
		Creatividad y empoderamiento	2
	Influencia de la innovación	Orientación de mercado	6
		Orientación de valor	3
	Implementación de la innovación	Implementación de la innovación	2 ¹
Estructura Organizacional	Departamentalización	Departamentalización	3
	Descentralización	Decisiones estratégicas	2
		Decisiones operacionales	2
	Formalización	Formalización	2
Estrategia Organizacional	Estamentos corporativos	Estamentos Corporativos	5
	Cooperación	Cooperación	1
Asignación de Recursos	Distribución de tiempo y espacio	Tiempo	1
		Espacio	1
	Creación de incentivos y provisión de recursos	Proporcionar recursos	3
		Estímulos	1
Asignación de recursos para el aprendizaje constante		Asignación de recursos para el aprendizaje constante	3
Gestión de Conocimiento	Procesos de Gestión de Conocimiento	Creación	5
		Almacenamiento	5
		Difusión	5
		Utilización	3

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, como ya se mencionó, cuando el MMDCI fue aplicado, por primera vez en un estudio de caso múltiple en tres ODS, pese a que el 100% de las personas encuestadas mencionaron que los indicadores evaluados podrían llegar a utilizarse en sus organizaciones y mejorarían sus actividades diarias, no fue posible generalizar sobre la utilidad y funcionalidad del modelo en mención hacia la industria de software colombiana u otra en particular. Por otro lado, se encontró que, de los FG, la AR fue el facilitador que tuvo menor grado de desarrollo en las tres organizaciones. Por esta razón, se eligió la AR como el FG a evaluar en este estudio en las ODS de la región centro-oriental colombiana.

Las dimensiones, grupos y números de indicadores que conforman la AR se encuentran resaltados en la Tabla 1.

La primera dimensión que compone la AR es la de *distribución de tiempo y espacio*, cuyas características son el tiempo dentro de la jornada laboral para la creación de nuevas ideas y los espacios seguros para experimentar. En segundo lugar, se encuentra la *creación de incentivos y provisión de recursos* que se representa a través de los gastos de I+D, los recursos inactivos para cambios del entorno y los estímulos para los empleados con ideas innovadoras. Y, en tercer lugar, está la dimensión de *asignación de recursos para el aprendizaje constante*. Los rasgos de esta dimensión son el presupuesto para la formación y la formación dirigida para creación de nuevas habilidades (Rueda-Cáceres, Sánchez-Torres, & Duque-Oliva, 2018).

El grado de desarrollo de un FG o de una dimensión asociada a un FG en el MMDCI se mide por el porcentaje obtenido en los componentes asociados. Este porcentaje se obtiene a través de una función matemática en donde se tienen en cuenta el valor máximo de las siguientes opciones: un indicador, un grupo o una dimensión de un FG. A continuación, en la

Ecuación 1 se presenta el cálculo del grado de desarrollo de un FG.

Ecuación 1: Cálculo de grado de desarrollo de un FG.

$$FG = \sum_{i=1}^{GI} \frac{PO_i}{ND_i * GI_i * 4NI_i} \quad (1)$$

Fuente: Rueda-Cáceres (2017).

Donde:

FG = Facilitador de Gestión.

i = Índice de grupo de indicadores que se está analizando.

PO = Puntaje obtenido del grupo de indicadores.

GI = Números de grupo de indicadores del FG.

ND = Número de dimensiones del FG.

NI = Número de indicadores que hacen parte de un grupo.

4NI = Valor máximo que puede tomar un grupo de indicadores *i*. Se tiene en cuenta la escala de 1 a 4 en donde el valor máximo que puede se puede tomar es 4X el número de indicadores.

De esta manera de acuerdo con el valor del porcentaje obtenido para cada organización, los resultados del grado de desarrollo de un FG o una dimensión asociada a un FG se denominan como se menciona en la Tabla 2.

Tabla 2: Grado de desarrollo del FG o de la dimensión asociada al FG

Mínimamente implementado ≤ 25%	25% > Parcialmente Implementado ≤ 50%	50% > Moderadamente Implementado ≤ 75%	75% > Totalmente Implementado
--------------------------------	--	---	----------------------------------

Fuente: Rueda-Cáceres (2017)

5. Método

Este estudio fue realizado como un estudio de tipo descriptivo en donde se presenta de manera sistemática (Tamayo y Tamayo, 1999) el grado de desarrollo de la AR y sus dimensiones en las ODS de la región centro-oriental colombianas. El diseño fue no experimental dado a que no se manipularon deliberadamente las variables, sino que, por el contrario, se observaron las situaciones existentes en las ODS (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2004). El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, como quiera que la aplicación del modelo MMDCI se realizó a través de un cuestionario estructurado, que permitió una medición estandarizada y numérica. Posterior a ello se utilizó un análisis estadístico de los resultados a través del software SPSS.

La presente investigación se desarrolló a través de tres fases: En la primera fase se realizó una depuración y actualización correspondiente a las 772 ODS establecidas por Fedesoft et al., (2015).

Para la fase 2 del estudio, se efectuó el correspondiente envío del cuestionario del MMDCI a través de la plataforma web SurveyMonkey en noviembre de 2018. Así mismo, se enviaron tres recordatorios a cada una de las organizaciones para que diligenciaran el cuestionario del MMDCI. De estas 772 ODS, 154 brindaron respuesta completa al

cuestionario, se realizó un filtro para identificar las 94 ODS que pertenecían a la región centro oriental de Colombia y finalmente en la fase 3 se realizó el proceso de análisis de los cuestionarios.

Como primer análisis de la Fase 3 del presente estudio, se elaboró una caracterización por tamaño de la empresa, formación académica del personal que respondió el cuestionario y tiempo de vinculación del personal a la organización de las 94 ODS. Posteriormente, se evaluaron de manera individual el grado de desarrollo de cada una de las dimensiones de la AR: distribución de tiempo y espacio, creación de incentivos y provisión de recursos, asignación de recursos para el aprendizaje constante.

A partir de estos datos se procedió a ejecutar el análisis estadístico del grado de desarrollo de la AR como FG asociado al MMDCI junto con el análisis de sus dimensiones mencionadas en el párrafo anterior. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo con respecto a los diferentes grados de desarrollo de cada una de las dimensiones que componen la AR y el facilitador. Finalmente, se presentó la discusión de los resultados y las conclusiones del estudio.

6. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis descrito en la fase 3 del método.

6.1. Caracterización de las ODS participantes

En función del tamaño de la ODS de acuerdo con la Ley colombiana 590 de 2000 y sus modificaciones (Ley 905 de 2004); de las 94 ODS participantes, 31 son consideradas como *microempresas* (planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores y activos totales excluida la vivienda por valor inferior a quinientos (500) salarios mínimos mensuales legales vigentes colombianos) correspondientes a un 33% del total de las organizaciones. Otras 21 son definidas como *pequeña empresa* (planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores y activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes colombianos) que equivalen a un 22,3%. Otras 13 son *medianas empresas* (planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores y activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) a treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes colombianos) que hacen referencia a un 13,8% y 29 son *gran empresa* (planta de personal superior a los doscientos (200) trabajadores y activos totales superiores a treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes colombianos) que representan un 30,9%.

Con respecto a la formación académica de las 94 personas que respondieron el cuestionario, se obtuvo: dos personas tienen una formación de nivel *técnico* equivalentes a un 2,1% del total. Cinco personas ostentan grado *tecnológico*, que corresponde al 5,3%. 43 personas poseen un grado *profesional* correspondiente a un 45,7%. 29 personas con un grado de *especialización* que es un 30,9%. Por último, 15 personas cuentan con formación de *maestría* que hace referencia a un 16% del total de encuestados.

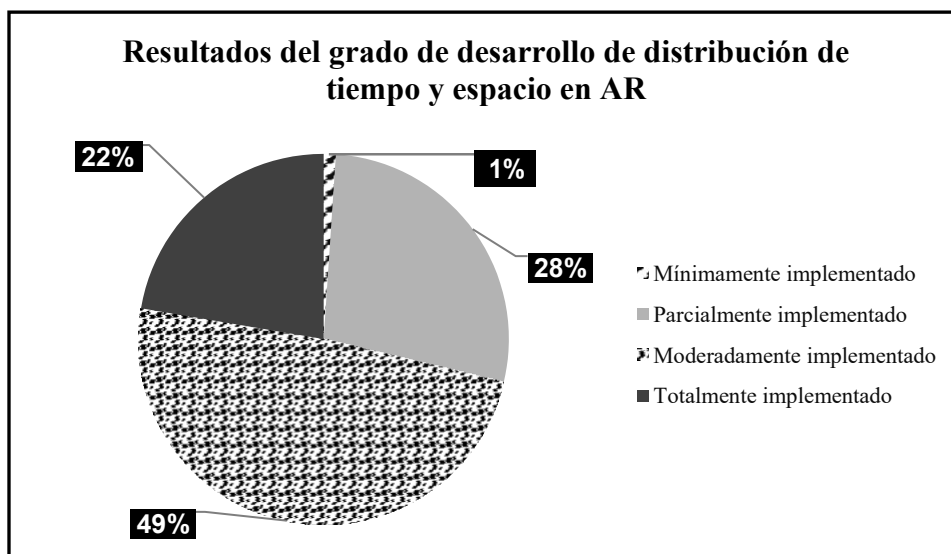
Según el tiempo de vinculación de las personas que respondieron el cuestionario del MMDCI, 15 personas que corresponden a un 16% han estado vinculadas con la organización por *menos de un año*. Otras 41 personas, quienes equivalen a un 43,6%, se encuentran vinculadas en un periodo de *uno a cinco años*. 12 personas, quienes representan un 12,8%, han

trabajado para sus organizaciones en un rango de *seis a diez años*. 16 personas, quienes equivalen a un 17%, han estado en sus organizaciones de 11 a 20 años. Y, diez personas, quienes equivalen aun 10,6% llevan vinculadas por más de 20 años.

6.2. Dimensión de distribución de tiempo y espacio

Se puede visualizar en la Gráfica 1, los resultados del grado de desarrollo de la dimensión de distribución de tiempo y espacio con la aplicación del MMDCI en las 94 ODS. Se observa que para esta dimensión el 1% de las ODS la tiene *mínimamente implementada*. Seguidamente, el 28% se halla como *parcialmente implementada*. Además, un 49% de las organizaciones la percibe como *moderadamente implementada* y un 22% evidencia que en sus organizaciones esta dimensión se encuentra *totalmente implementada*.

Gráfica 1: Resultados del grado de desarrollo de la dimensión 1 de AR.

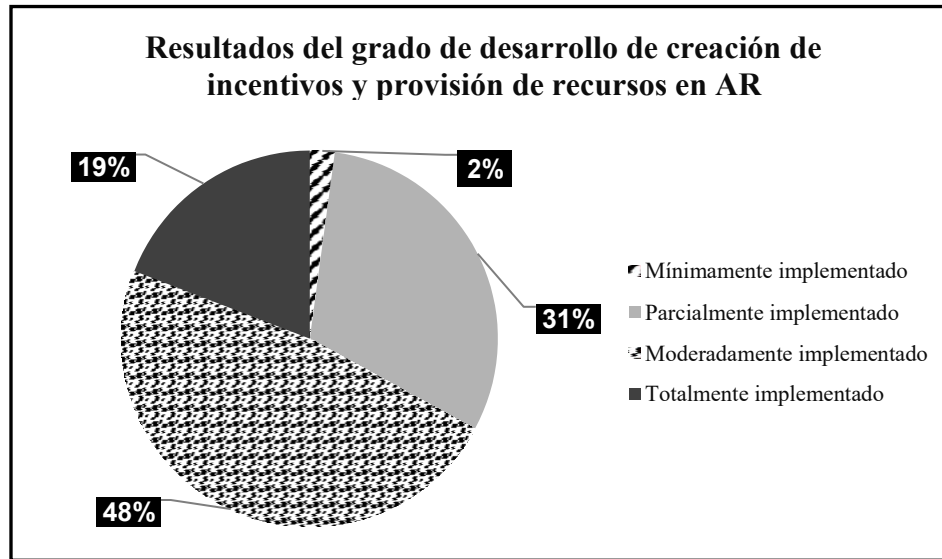


Fuente: Elaboración propia, resultados obtenidos a través del software SPSS.

6.3. Dimensión de creación de incentivos y provisión de recursos

La Gráfica 2 muestra los resultados de la dimensión de creación de incentivos y provisión de recursos que establece las remuneraciones que son concedidas a los empleados en el momento de impulsar nuevas ideas con carácter innovador y los recursos asociados a la investigación. En esta dimensión el 2% de las ODS encuentra la dimensión como *mínimamente implementada*. El 31% de las ODS la identifica como *parcialmente implementada*. El 48% de las ODS reconoce que esta dimensión está como *moderadamente implementada* y como último el 19% afirma que la dimensión está *totalmente implementada*.

Gráfica 2: Resultados del grado de desarrollo de la dimensión 2 de AR.

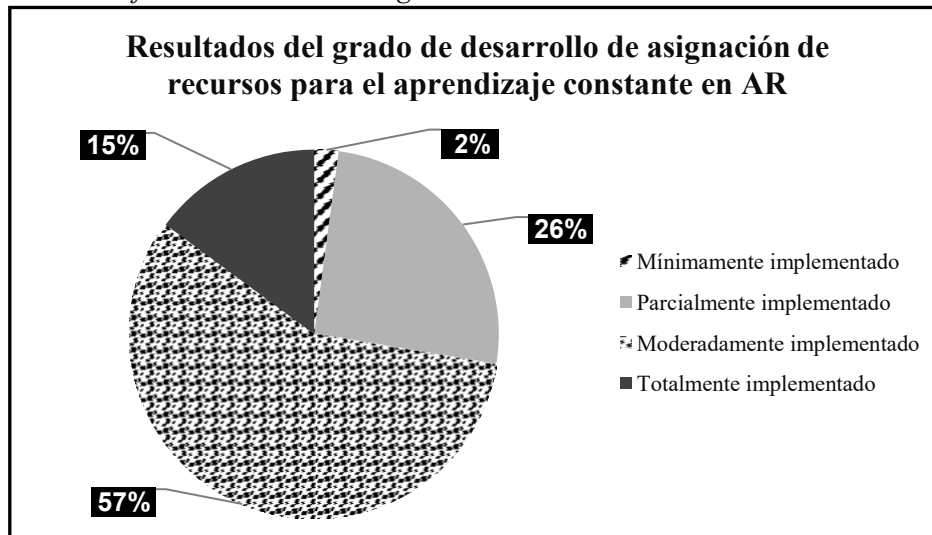


Fuente: Elaboración propia, resultados obtenidos a través del software SPSS.

6.4. Dimensión de asignación de recursos para el aprendizaje constante

La Gráfica 3 presenta la dimensión de asignación de recursos para el aprendizaje constante que está relacionada con el presupuesto asignado para la formación de los empleados y el tiempo asignado a dicha formación. Los resultados de esta dimensión muestran que el 2% de las ODS encuentra mínimamente implementada la misma. Seguidamente, el 26% denota como *parcialmente implementada* esta dimensión. El 57% de las ODS califica esta dimensión como *moderadamente implementada*. Para finalizar, un 15% evidencia que en sus organizaciones la dimensión de asignación de recursos para el aprendizaje se encuentra *totalmente implementada*.

Gráfica 3: Resultados del grado de desarrollo de la dimensión 3 de AR.

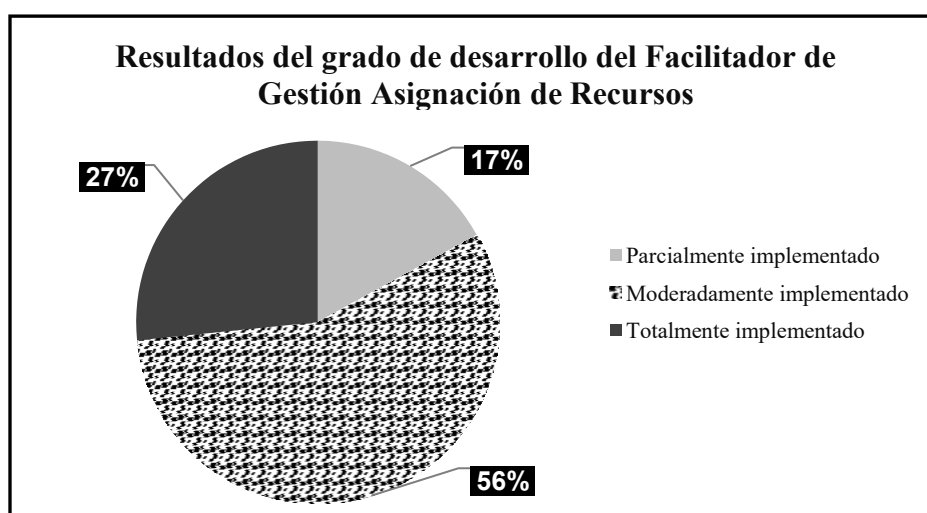


Fuente: Elaboración propia, resultados obtenidos a través del software SPSS.

6.5. Grado de desarrollo de la Asignación de Recursos

Una vez mostrado los resultados parciales de cada dimensión en los numerales anteriores. Se muestran a modo de consenso los resultados generales de la AR obtenido de las 94 ODS, localizadas en el sector centro oriental colombiano. La información correspondiente al grado de desarrollo de AR se puede encontrar en la Gráfica 4. A manera general se evidencia que ninguna ODS tiene el grado de desarrollo de la AR *en mínimamente implementado*. El 17% identifica en sus organizaciones el FG como *parcialmente implementado*. Posteriormente un 56% descubre esta dimensión como *moderadamente implementada*. Finalmente, un 27% de las ODS afirma que la AR está *totalmente implementada*.

Gráfica 4: Resultados del grado de desarrollo de la Asignación de Recursos.



Fuente: Elaboración propia, resultados obtenidos a través del software SPSS.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la dimensión que se encuentra menos desarrollada es la de creación de incentivos y provisión de recursos. Esta dimensión evalúa las remuneraciones concebidas a los empleados al momento de traer ideas innovadoras y el suministro de relaciones con la investigación y el cambio del entorno.

La segunda dimensión con menor grado de desarrollo es la de distribución de espacio y tiempo. Se define esta como el espacio dentro de la organización que es utilizado para la concepción de nuevas ideas y el tiempo necesario para desarrollar esta actividad.

La tercera dimensión que tiene un mejor grado de desarrollo es la asignación de recursos para el aprendizaje constante. Esta se encuentra en función de la formación de los empleados en términos del presupuesto asignado, el tiempo y la dirección de esta formación para la adquisición de nuevas destrezas.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se obtiene la información comparativa entre el facilitador de gestión AR y sus correspondientes dimensiones que se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 3: Comparación de resultados de los grados de desarrollo de las dimensiones asociadas a AR y el FG AR

Grado de desarrollo	Dimensión 1 Distribución de tiempo y espacio	Dimensión 2 Creación de incentivos y provisión de recursos	Dimensión 3 Asignación de recursos para el aprendizaje constante	Asignación de Recursos
Mínimamente implementado	1 %	2 %	2 %	0 %
Parcialmente implementado	28%	31%	26 %	1 7%
Moderadamente implementado	49%	48%	57 %	5 6%
Totalmente implementado	22%	19%	15 %	2 7%
Media	67.0%	63.0%	65 .2%	65.1 %
Error estándar de la media	1.9%	1.8%	1. 8%	1.6%
Mediana	62.5%	62.5%	66 .7%	64.6 %
Moda	62.5%	75.0%	75 .0%	58.3 %
Desviación estándar	18.7%	17.5%	17 .0%	15.0 %

Fuente: Elaboración propia, resultados obtenidos a través del software SPSS.

De la información brindada en la Tabla 3, se concluye que el grado de desarrollo de las tres dimensiones de AR tanto como el FG en mención tienen un comportamiento similar. De orden ascendente a descendente, para los cuatro casos evaluados, el grado de desarrollo con mayor porcentaje es moderadamente implementado. A continuación, el grado de desarrollo parcialmente implementado ocupa el segundo lugar de participación en las ODS evaluadas. Seguidamente, totalmente implementado es la tercera respuesta con participación en el estudio. Finalmente, el grado mínimamente implementado tiene el menor porcentaje de participación de las ODS. La discusión de los resultados se presenta a continuación.

7. Discusión

De las ODS participantes en el estudio localizadas en el sector centro oriental de Colombia, se puede deducir que, para la AR, la dimensión que tiene menor grado de desarrollo es la de creación de incentivos y provisión de recursos puesto que las organizaciones no tienen en cuenta las remuneraciones concedidas a los colaboradores al traer nuevas ideas innovadoras ni tampoco un suministro de recursos para la investigación, igualmente son pocos los

empleados que tienen títulos de maestría y doctorado. Seguidamente, se encuentra la dimensión de distribución de tiempo y espacio en donde se encuentra una mínima proporción de tiempo concebido por las organizaciones para el desarrollo de nuevas ideas y la falta de espacios creativos y de ocio que incentive nuevas ideas innovadoras y búsqueda de solución de problemas. Finalmente, entre las tres dimensiones, la de mayor grado de desarrollo es la asignación de recursos para el aprendizaje constante donde el presupuesto de capacitación de las organizaciones no cubre a cabalidad con las necesidades de adquisición de conocimiento. Por otra parte, se percibe que el tiempo anual para la formación de empleados directivos no es del todo apropiado. Además, en muchos casos la capacitación está dirigida a pulir habilidades existentes y no adquirir nuevas habilidades.

En términos generales, se observa que la AR junto con sus tres dimensiones se encuentra moderadamente implementado como prevalencia en las ODS estudiadas para la región centro-oriental de Colombia. En los cuatro casos el porcentaje de medición está sobre el 48% y tiene una mayor ponderación que las otras tres opciones de grado de desarrollo.

La media y la moda de las organizaciones indica que las organizaciones cuentan con una AR moderadamente implementada con tendencia hacia ser totalmente implementada. Es importante resaltar que el cuestionario lo respondieron personas con diferentes grados de educación y diferentes posiciones laborales en las organizaciones. Lo anterior, puede generar una diferente la percepción dependiendo de las personas que laboran para una organización, dado que para algunos lo que significa como una falta de desarrollo en un FG como lo es la AR, para otras personas puede significar no como un déficit sino una oportunidad de mejora. Inclusive pueden percibir que la asignación se está haciendo de manera correcta sin visualizar diferentes escenarios de la organización de los cuales no tienen contacto directo. También hay que tener en cuenta que los cuestionarios fueron respondidos por diferentes organizaciones que se sitúan como micro, pequeñas, medianas y grandes empresas. De esta manera, es evidente que los porcentajes y recursos que se asignan para cada tipo de empresas son totalmente diferentes.

A pesar de que el 30,9% de las ODS que participaron en el estudio son definidas como grandes empresas lo que implica una planta de personal superior a los 200 trabajadores y activos totales superiores a 30.000 salarios mínimos legales vigentes. Se esperarían dos elementos: primero, a mayor tamaño de la empresa, mayor sería la inversión en AR de esta para innovación e investigación. Segundo, en el estudio, dado la premisa anterior, al menos el 30,9% de todas las ODS participantes, indicaron que la AR estuviera totalmente implementada. Sin embargo, en el caso de las ODS definidas como “gran empresa”, de las 29 ODS pertenecientes a esta categoría, el 44,82% afirmó que la AR está totalmente implementada, lo que implica que no todas las personas que trabajan en una gran empresa reconocen que este FG está totalmente implementado en sus compañías. Además, ODS de otras categorías diferentes a gran empresa, también respondieron en algunos casos que la AR está totalmente implementada en sus organizaciones. Esto brinda a los directivos y tomadores de decisiones una oportunidad de mejora en sus planes de innovación e identifica que no necesariamente el tamaño de la empresa implica una amplia AR en sus procesos de innovación.

Por otro lado, en la caracterización se encontró que el 33% de las organizaciones está determinadas como microempresas cuya planta de personal es inferior a 10 trabajadores y activos totales excluida la vivienda por valor inferior a 500 salarios mínimos mensuales legales vigentes colombianos (USD 132.500). Con respecto a la AR se obtuvo que el 0% de las compañías piensa que su AR está mínimamente implementado y el 17% identifica el grado de

desarrollo de este FG como parcialmente implementado. Esto brinda una consideración de que no necesariamente las microempresas encuentran que la AR en sus compañías está mínima o parcialmente implementada, de hecho, algunas de ellas tienen identificadas las ideas que impulsan la innovación y les permiten descubrir ventajas competitivas en el mercado.

Con respecto a las pequeñas y medianas empresas, en el estudio estas representan un 36,1%. La medición de la AR con grado de desarrollo moderadamente implementado representó un 56%. Con

esta información y como fue mencionado, no se puede indicar que el tamaño de una ODS implica una relación directa con el grado de desarrollo de la AR.

Adicionalmente, es importante reconocer que estos resultados no hacen referencia a una generalización para el sector software dado al marco muestral utilizado y que los resultados obtenidos provienen de los cuestionarios que fueron respondidos por el personal de las ODS participantes. Esto brinda una percepción personal y no un comportamiento generalizable de las organizaciones. No obstante, una aclaración que se destaca es que los participantes del estudio son de mandos medios y altos en las organizaciones.

8. Conclusiones

Los elementos aquí presentados se circunscriben al FG: AR. Se presentan recomendaciones que potencian este FG. No obstante, es necesario tener presente los demás FG, y los otros determinantes de la capacidad de innovación. En consecuencia, esta investigación permite indicar que la AR de las ODS participantes del estudio de la región sector centro-oriental de Colombia se encuentra en un grado de desarrollo moderadamente implementado. Pese a que el grado de desarrollo no se encuentra en un nivel mínimo, es necesario realizar acciones para que pueda estar totalmente implementado. En ese sentido, se hace indispensable el desarrollo de acciones por parte de los tomadores de decisiones de las ODS donde se evidencie la importancia de la inversión en la AR en función de lograr una adecuada asignación del capital, los conocimientos y la tecnología que promuevan el proceso de innovación en la organización.

Algunas de las acciones están asociadas a los grados de desarrollo de las diferentes dimensiones que componen la AR, por ejemplo, considerando que la dimensión de menor grado de implementación es la creación de incentivos y provisión de recursos. Se le sugiere a las ODS, que se implemente un plan de innovación en función de las remuneraciones que se les va a brindar a los empleados cuando generen ideas que propicien la creación o mejora de nuevos productos y servicios que innoven en el mercado. Este tipo de remuneraciones no solamente tienen que ser monetarias, se puede incentivar a los empleados de múltiples formas en función de tiempo libre, felicitaciones meritorias, reconocimientos ante la organización, ascensos laborales, entre muchos otros. También se sugiere que se destine un tiempo en las organizaciones para la investigación y evaluación de tendencias y cambios tecnológicos actuales. Asimismo, que se cree o fortalezca un departamento o una dependencia para las tareas mencionadas anteriormente. De la misma manera se sugiere que se realicen ejercicios de vigilancia tecnológica y prospectiva que permitan identificar el desarrollo que se está realizando por parte de los competidores tanto locales como internacionales y así mismo poder aprender de ellos para la identificación de ideas que le permitan a la organización ser competitiva. Este proceso debe ir acompañado de la construcción de capacidades tecnológicas, gestión de conocimiento, cultura organizacional, estrategia y estructura organizacional e interacción en los procesos internos y externos de la compañía.

Por su parte, la dimensión de la AR que está en segundo lugar como menor implementada es la de distribución de tiempo y espacio. En ese sentido, la recomendación se brinda hacia las organizaciones en función de que se les otorgue a los empleados el espacio y tiempo dentro de sus horarios laborales que permitan la concepción de nuevas ideas y el desarrollo de estas. Usualmente dentro de las organizaciones, el factor tiempo es fundamental cuando se están trabajando sobre proyectos que implican una gran demanda de este, inclusive cuando se acercan los plazos para entrega de los proyectos, los empleados tienen que sobrepasar sus jornadas laborales en función de poder cumplir satisfactoriamente con los resultados de sus actividades. Así pues, se hace necesario desde los directivos y tomadores de decisión de las ODS, la adaptación e implementación de cronogramas que le permitan a los empleados participar activamente de sus proyectos y de la misma manera contar con tiempo y espacio para la propensión de ideas. Tales ideas le permitirán desarrollar un portafolio de productos, que pueden ser o no llevados al mercado. Dentro de los mecanismos de generación de ideas, está la creación de células de trabajo en el que se generen lluvias de ideas y en donde se incentive el trabajo en equipo. Este proceso debe ir acompañado de la construcción de las capacidades de innovación en la organización. La distribución de tiempo y espacio debe estar sincronizada con la gestión de conocimiento y el acceso a fuentes de innovación tecnológica que le permita a la organización tener una estrategia que tenga en consideración varios aspectos que en conjunto permitan el desarrollo de la innovación.

Por otra parte, la dimensión de la AR con mayor implementación es la asignación de recursos para el aprendizaje constante. Esta dimensión permite que los empleados se encuentren en un aprendizaje continuo como su nombre lo indica. Para este caso, se recomienda la creación de planes de capacitación de nuevo conocimiento en lugar de fortalecer el conocimiento existente, articulándose como parte de los incentivos brindados por la creación de nuevas ideas a los empleados. En las organizaciones se debería desarrollar un plan de capacitaciones y de la misma manera se debería incentivar a que los empleados que participan de estas capacitaciones realicen una realimentación a sus compañeros y desarrollen nuevas ideas que conviertan en productos y servicios como resultados de estas. Estos planes se pueden llevar a cabo a través de la asignación de metas y objetivos en función de cada una de las capacitaciones y estudios realizados. Con esto, la organización va a proporcionar la opción de crecimiento en conocimiento para sus colaboradores y va a obtener a cambio beneficios por parte de los tomadores de las capacitaciones y la formación realizada. Además, se debe garantizar el compromiso por parte de los empleados hacia la organización posterior a recibir la formación, esto a través de diferentes condiciones que beneficien a las dos partes y que permitan un crecimiento en conjunto.

Como recomendación final para las organizaciones consiste en el cambio de la concepción de que la AR es vista como un gasto y pasar a verla como una inversión que les brindará un retorno en determinado tiempo. A su vez, es primordial hacer conciencia que toda actividad para mejorar la capacidad y gestión de innovación en una organización requiere una correcta atribución de recursos, estos se plasmaron mediante los indicadores del MMDCI y que se evidenciaron no hacían referencia solamente a los económicos sino a un conjunto que evaluados correctamente permiten el desarrollo de la innovación.

Así mismo, se hace necesario la implementación de planes que permitan evaluar e identificar el retorno de inversión obtenidos a mediano y largo plazo posteriores a la asignación de recursos. También es importante identificar que los recursos no solamente se centran en el factor económico, sino que también hacen parte de estas las capacidades de conocimiento y tecnología que se pueden tener para el proceso de innovación. De esta forma,

se recomienda a la organización el desarrollo de un trabajo conjunto entre las diferentes dependencias de la empresa que permitan medir, asignar, evaluar e identificar los recursos y con los mismos motivar la innovación y ganar una ventaja competitiva en el mercado.

9. Referencias

- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107–136. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Amit, R., & Schoemaker, P. (1993). Strategic Assets and Organizational Rent. *Strateg. Manag. J.* (Vol. 14).
- Capaldo, G., Iandoli, L., Raffa, M., & Zollo, G. (2003). The Evaluation of Innovation Capabilities in Small Software Firms: A Methodological Approach. *Small Business Economics*, 21(4), 343–354. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40229299>
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154–1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
- De Souza Bermejo, P. H., Tonelli, A. O., Galliers, R. D., Oliveira, T., & Zambalde, A. L. (2016). Conceptualizing organizational innovation: The case of the Brazilian software industry. *Information and Management*, 53(4), 493–503. <https://doi.org/10.1016/j.im.2015.11.004>
- Del Castillo Hermosa, J., Díez Fuente, C., & Innovatec. (2006). Infraestructuras de apoyo a la innovación científica y tecnológica: elementos clave de competitividad industrial.
- Ekonomiaz: Revista vasca de economía. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2326296>
- Edison, H., Bin Ali, N., & Torkar, R. (2013). Towards innovation measurement in the software industry. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1390–1407. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.01.013>
- Fedesoft. (2002). Descripción del Sector del Software. Fedesoft, Bogotá-Colombia, 28. Retrieved from <http://antiguo.proexport.com.co/vbecontent/library/documents/DocNewsNo1458DocumentNo4146.pdf>
- Fedesoft, Mintic, & Sena. (2015). Informe De Caracterización Del Sector De Software Y Tecnologías De La Información En Colombia, 44. Retrieved from <http://cenisoft.simianlab.com/wp-content/uploads/sites/3/2016/07/InformeCaracterizacion2015.pdf>
- Grant, R. M. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 33(3), 114–135. <https://doi.org/10.2307/41166664>
- Henderson, B. D. (1964). Strategy planning, d, 1962–1965.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2004). Metodología de la Investigación, 533.
- Jaakson, K., Tamm, D., & Hämmal, G. (2011). Organisational innovativeness in Estonian biotechnology organisations. *Baltic Journal of Management*, 6(2), 205–226. <https://doi.org/10.1108/17465261111131811>
- Judge, W. Q., Fryxell, G. E., & Dooley, R. S. (1997). The New Task of R&D Management: Creating Goal-Directed Communities for Innovation. *California Management Review*, 39(3), 72–85. <https://doi.org/10.2307/41165899>
- Knoke, B. (2010). A Short Paper on Innovation Capability Maturity within Collaborations. *International Journal of Innovation Management*, 5(6), 44–55. <https://doi.org/10.1142/S1363919611003696>
- Koc, T. (2007). Organizational determinants of innovation capacity in software companies. *Computers and Industrial Engineering*, 53(3), 373–385. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.05.003>
- Lawson, B., & Samson, D. (2001). Developing Innovation Capability in Organisations: a Dynamic Capabilities Approach. *International Journal of Innovation Management*, 05(03), 377–400. <https://doi.org/10.1142/S1363919601000427>
- MINER. (1997). La industria española ante el proceso de innovación. Madrid: Ministerio de Industria y Energía.
- Nahm, A., Vonderembse, M., & Koufteros, X. (2003). The impact of organizational structure on time-based manufacturing and performance. *Journal of Operations Management* (Vol. 21). [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00107-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00107-9)
- OCDE/Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation,

- 4th Edition, The measurement of scientific, technological and innovation activities, OCDE. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Romijn, H., & Albaladejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research Policy*, 31(7), 1053–1067. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00176-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00176-7)
- Rueda-Cáceres, I. (2017). Modelo para la Medición de los Determinantes de la Capacidad de Innovación en Organizaciones Desarrolladoras de Software del Contexto Colombiano, 29.
- Rueda-Cáceres, I. (2018). TESIS DOCTORAL: MODELO PARA LA MEDICIÓN DE LOS DETERMINANTES DE LA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN EN ORGANIZACIONES DESARROLLADORAS DE SOFTWARE DEL CONTEXTO COLOMBIANO.
- Rueda-Cáceres, I. M., Sánchez-Torres, J. M., & Duque-Oliva, E. J. (2018). Hacia un Modelo de Medición de la Capacidad de Innovación Mediante Facilitadores de Gestión: Evaluación de Juicio de Expertos. *Espacios*, 39(13), 1–18.
- Schein, E. H. (2004). *Organizational Culture and Leadership*. (J. & S. Wiley, Ed.) (Third Edit). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Tamayo y Tamayo, M. (1999). APRENDER A INVESTIGAR Módulo 2. Bogotá: ICFES.
- Tzeng, C.-H. (2009). A review of contemporary innovation literature: A Schumpeterian perspective. *Innovation*, 11(3), 373–394. <https://doi.org/10.5172/impp.11.3.373>
- Velasco, E., Zamanillo, I., & Gurutze, M. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: Desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. *Decisiones Organizativas*, 1–15. <https://doi.org/10.1111/aman.12336>
- Yam, R. C. M., Guan, J. C., Pun, K. F., & Tang, E. P. Y. (2004). An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: Some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, 33(8), 1123–1140. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.05.004>
- Yam, R. C. M., Lo, W., Tang, E. P. Y., & Lau, A. K. W. (2011). Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance. *Research Policy*, 40(3), 391–402. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.10.013>

Determinación de competencias tecnológicas distintivas en pequeñas empresas de manufactura – estudio de caso

Mario José Mantulak

Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial,
Argentina mantulak@fio.unam.edu.ar

Gilberto Dionisio Hernández Pérez

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Departamento
de Ingeniería Industrial, Cuba
ghdez@uclv.edu.cu

René Abreu Ledón

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Departamento
de Ingeniería Industrial, Cuba
rabreu@uclv.edu.cu

Resumen

En un entorno cada vez más dinámico y contextos sectoriales cada vez más complejos, resulta imprescindible de alternativas para mejorar la gestión tecnológica en pequeñas empresas de manufactura. En el contexto latinoamericano, este tipo de empresas enfrentan profundos desafíos de competitividad en virtud de significativos cambios tecnológicos en sus procesos de producción. Por ello, que resulta necesario disponer de herramientas procedimentales que favorezcan la implementación de prácticas sistemáticas y creativas para la gestión de sus recursos tecnológicos, con el propósito de contribuir al mejoramiento de su desempeño productivo. Como objetivos del presente trabajo se plantean el diseño de un procedimiento para determinar las competencias tecnológicas distintivas en pequeñas empresas de manufactura, y la verificación de la utilidad y pertinencia del mismo a través de su aplicación a un estudio de caso. Para ello, se realizó un estudio bibliográfico, enfocado en la gestión de recursos tecnológicos y competencias tecnológicas que posibiliten potencien los niveles decisorios de las empresas a fin de contribuir al mejoramiento de sus capacidades de gestión y de producción. Como principales resultados se destacan la construcción de un instrumental metodológico que permite mejorar la gestión de los recursos tecnológicos, a través de la determinación de competencias tecnológicas distintivas, y la validación y consistencia del citado instrumento mediante su aplicación a un pequeño aserradero de la provincia de Misiones, Argentina.

Palabras clave

Recursos tecnológicos; Competencias tecnológicas distintivas; Pequeñas empresas de manufactura.

1. Introducción

El desarrollo y la implantación de nuevas tecnologías representan un nuevo desafío para la organización de la producción y la aplicación industrial de conocimientos; consecuentemente y relativamente reciente, ha prosperado una rama de la ingeniería conocida como gestión

tecnológica (Solleiro, 1988). Así, según Dankbaar et al. (1993), la gestión de la tecnología comprende todas las actividades de gestión destinadas a la identificación y adquisición de tecnologías, la investigación, el desarrollo y la adaptación de nuevas tecnologías en la empresa, y también la explotación de las tecnologías para la producción de bienes y servicios.

Asimismo, Hidalgo Nuchera (1999) define la gestión de la tecnología como un proceso de capacitación y formación dentro de la empresa para hacer el uso más eficiente de la tecnología generada internamente y de la adquirida a terceros, así como de incorporarla a los nuevos productos y a las formas en que los producen y se entregan al mercado. La gestión tecnológica surge como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico con sentido estratégico, hacer el uso más eficiente de la tecnología y establecer un equilibrio más apropiado entre todas las funciones de la empresa (Castellanos Domínguez et al., 2008; Medellín Cabrera, 2013; Estrada et al., 2017). Por ello, Solleiro y Herrera Mendoza (2016) plantean que la gestión de la tecnología es un aspecto fundamental de la gestión empresarial, puesto que tiene un impacto directo en las diferentes áreas generadoras de valor.

En el contexto de las empresas productivas, los recursos representan el conjunto de activos, tangibles e intangibles que están disponibles para alcanzar unos fines determinados (Caves, 1980; Wernerfelt, 1984; Sáez de Viteri Arranz, 2000; Ventura, 2008; Hill y Jones, 2011). Para Barney (1991) los recursos son los factores de producción controlados por la empresa para el desarrollo de estrategias que permiten mejorar su eficiencia y eficacia.

Por su parte, Hidalgo Nuchera et al. (2002), manifiestan que es necesario establecer un conjunto de procesos de gestión específicos, que han de ser apropiados para la tecnología de que se trate, con el propósito de identificar, evaluar, seleccionar, adquirir, asimilar, utilizar y mantener de manera eficiente el recurso tecnológico. A los fines del presente trabajo, se ha de caracterizar a los recursos tecnológicos como un conjunto de medios tangibles e intangibles que la empresa dispone internamente y/o que puede acceder externamente, para llevar a cabo su desempeño productivo y/o de servicio, y además gestionar todas las funciones que contribuyen a la realización de sus actividades (Morin, 1992).

1.1. Las competencias tecnológicas distintivas

Es necesario realizar una distinción entre los conceptos de competencia y capacidad (usualmente considerados sinónimos), vinculados con el contexto de las organizaciones empresariales. En este sentido Boisot (1999) sostiene que las tecnologías, competencias y capacidades, cada una a su manera, constituyen manifestaciones de los activos de conocimiento de una empresa operando en diferentes niveles de la organización. A su vez, autores como Teece et al. (1997), Boisot (1999), Peppard y Ward (2004) destacan que las competencias son las habilidades, rutinas, modos de comportamiento y técnicas organizacionales involucradas en la obtención de un objetivo específico, en tanto que las capacidades posibilitan la aplicación coordinada e integrada de manera estratégica de las competencias, con el propósito de alcanzar objetivos organizacionales generales.

Prahalad y Hamel (1990) refieren el concepto de competencias esenciales, como aquellas que se encuentran en el aprendizaje colectivo de la organización, especialmente en la forma de coordinar las diversas técnicas de producción e integrar múltiples corrientes de tecnologías. En tanto, Bogner y Thomas (1992) utilizan el término competencias distintivas para identificar las habilidades específicas de las empresas orientadas a la consecución de la satisfacción de los clientes, tomando en consideración a los competidores, las cuales se construyen de forma acumulativa a través del aprendizaje continuo y se adaptan

constantemente, a fin de lograr una ventaja competitiva.

Relacionado con la identificación de las competencias distintivas, Dierickx y Cool (1989) apud Morcillo Ortega y Rodríguez Pomedá (2002) indican como características que ayudan a definir las, las siguientes: evolucionan lentamente mediante el aprendizaje colectivo y la información compartida, su desarrollo es gradual, no pueden ser fácilmente imitadas o transferidas y confieren ventaja competitiva a los ojos de los clientes. A su vez, Prahalad y Hamel (1990), Álvarez Medina (2003) y Galavan (2015) señalan que las competencias distintivas responden a ciertas actividades o rutinas organizativas tácitas o explícitas que son repetitivas o replicables, y a la vez, deben cumplir con los requisitos de proveer un potencial para ampliar los mercados, contribuir significativamente a los beneficios percibidos por el cliente, y ser difíciles de imitar por los competidores. Sin dudas, la variable tecnológica resulta estratégica como vía para el cumplimiento de dichos requisitos y por ello, la eficacia de su gestión resulta de vital importancia.

Por su parte, Sáez de Viteri Arranz (2000) puntualiza que estas competencias tecnológicas están dadas por la capacidad de diseñar, fabricar y vender sus productos y/o servicios, y cuyos componentes están constituidos por el inventario de tecnologías, el conocimiento para aplicarlas y la capacidad de innovación que esta haya creado. Tal es así, que las competencias tecnológicas distintivas resultan estratégicas para el aprendizaje y la innovación organizacional, y en consecuencia, permiten mejorar el desempeño de la empresa (Real et al., 2006; Bolívar-Ramos et al., 2012).

Es así que, las competencias tecnológicas construidas en torno a una organización tienen una especial significación sobre el fortalecimiento de su capacidad de gestión y consecuentemente, se traducen en mejoras sobre su capacidad de producción, lo cual es ratificado por Teece et al. (1997) al declarar que las capacidades de la empresa resultan claves para la gestión estratégica, pues permiten la adecuada adaptación, integración y reconfiguración de sus recursos y competencias, para satisfacer los requerimientos de un entorno cambiante.

En función de lo expuesto, y en aproximación a lo propuesto por Calderón Hernández (2006), Castellanos Domínguez (2007), Jardón y Martos (2010), Mantulak (2014), Azevedo Filho Correio et al. (2015), es posible definir una competencia tecnológica distintiva como un conjunto integrado de recursos tecnológicos que gestionados de manera creativa, coordinada y sistemática, permiten aprovechar las fortalezas internas y las oportunidades externas, con el propósito de potenciar las capacidades de gestión y de producción, de manera que fortalezcan la posición competitiva de la empresa productiva.

Precisamente, y a la luz de los avances tecnológicos cada vez más complejos, se hace necesario desarrollar progresivamente competencias basadas en conocimientos, experticia, y rutinas con el propósito de identificar y fortalecer las competencias tecnológicas distintivas, y que en asociación a lo planteado por Porter (1985), pudieran potenciar ese margen de utilidades a obtener en la cadena de valor del establecimiento, y permitirle mejorar su posición competitiva en el mercado. En particular, en el ámbito de las pequeñas empresas de manufactura, resulta imprescindible el desarrollo y/o fortalecimiento de competencias tecnológicas distintivas, con el propósito de encauzar y potenciar la capacidad de gestión y de producción, precisamente, a través de procedimientos específicos que permitan su aplicación en consideración con sus recursos tecnológicos y su estructura organizacional.

En función de lo expuesto se establecieron como objetivos del presente trabajo, el diseño de un procedimiento que permita determinar las competencias tecnológicas distintivas en

pequeñas empresas de manufactura, y la verificación de la utilidad y pertinencia del procedimiento a través de su aplicación a un estudio de caso.

En el presente artículo se realiza un enfoque conceptual sobre las competencias tecnológicas distintivas y la importancia de su identificación y fortalecimiento desde la perspectiva estratégica de las pequeñas empresas de manufactura, al tiempo que se evidencia su utilidad y pertinencia a través del diseño de un procedimiento específico que permite determinarlas, y finalmente la aplicación del citado procedimiento a un estudio de caso. La importancia de la determinación de las competencias tecnológicas distintivas radica en la necesidad, por parte de las empresas, de utilizar esquemas de producción que requieren de personal con un elevado nivel de desempeño laboral, en contextos productivos marcados por los avances y supremacía de la tecnología.

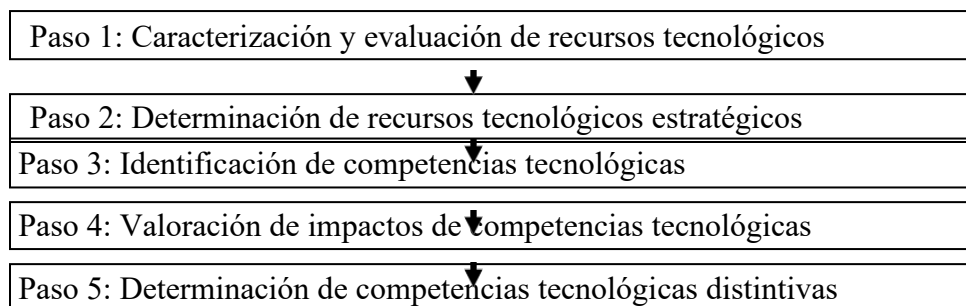
2. Materiales y métodos

Se comenzó con una exploración bibliográfica orientada a conceptos relacionados con la gestión de la tecnología, los recursos tecnológicos, y las competencias tecnológicas distintivas, lo cual permitió el diseño de un procedimiento para la determinación de competencias tecnológicas distintivas. Se aplicó el procedimiento en una pequeña empresa de aserrío de Misiones, Argentina, con el propósito de verificar la viabilidad y pertinencia de su implementación en el segmento de las pequeñas empresas de manufactura.

2.1. Procedimiento diseñado

En el marco de una investigación más amplia (Mantulak, 2014) se ha realizado una amplia revisión bibliográfica que permitió establecer las bases para la elaboración del procedimiento que se presenta en este trabajo. La construcción del procedimiento se enfocó en el análisis global de los recursos tecnológicos y las competencias tecnológicas de manera tal que posibilite al empresario y su equipo de trabajo llevar a cabo una valoración organizacional y tecnológica integrada del emprendimiento. Para ello, se diseñó un instrumental metodológico constituido por cinco (5) pasos (Figura 1), cuya finalidad es identificar y asignar prioridades a los recursos tecnológicos que resultan estratégicos, y en base a ello, identificar y determinar las competencias tecnológicas distintivas, con el propósito de contribuir a fortalecer las capacidades de gestión y de producción de la pequeña empresa de manufactura.

Figura 1. Procedimiento para la determinación de competencias tecnológicas distintivas en pequeñas empresas de manufactura.



Fuente: adaptado de Mantulak (2014).

Para la implementación del procedimiento se recomienda que se conforme un equipo de trabajo compuesto por el empresario, el capataz de la empresa y el especialista externo que lo lidere.

2.1.1. Paso 1: Caracterización y evaluación de los recursos tecnológicos

La caracterización de los recursos tecnológicos se realiza en tangibles (máquinas, equipos, herramientas, instrumentos, entre otros) e intangibles (conocimientos personales y grupales, habilidades individuales, rutinas organizacionales, comunicaciones internas, entre otros). Se ha elaborado un listado de posibles Recursos Tecnológicos Tangibles (RT_{Ti}) y de Recursos Tecnológicos Intangibles (RT_{Ii}) (Tabla 1), que pueden ser adaptados casuísticamente.

Tabla 1. Recursos tecnológicos a caracterizar y evaluar en pequeñas empresas manufactureras

Recursos tecnológicos (tangibles) - RT _{Ti}		Aspectos a considerar
Proceso/Sector	Máquinas y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de obsolescencia • Condiciones de uso • Estado de conservación
	Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo y/o correctivo • Estado de conservación • Tipo de uso
	Infraestructura edilicia, disposición física general de máquinas y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo del proceso productivo • Interferencias entre máquinas y equipos • Manejo y circulación de la materia prima • Funcionalidad de la infraestructura • Condiciones constructivas de las instalaciones
	Almacenamiento de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de uso • Ubicación con respecto al flujo del proceso productivo • Condiciones de higiene y seguridad del lugar
	Sala de herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de uso • Mantenimiento que se realiza (preventivo, correctivo) • Condiciones de higiene y seguridad de la sala
Recursos tecnológicos (intangibles) - RT _{Ii}		Aspectos a considerar (continuación)
Organizativos	Habilidades individuales y colectivas	<ul style="list-style-type: none"> • Operarios con habilidades especiales • Operarios con actitud proactiva • Aptitudes que implican diferenciación en productos
	Cultura organizacional motivadora	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia global de desarrollo de la empresa • Acciones de contención para los empleados • Compromiso de la empresa con los empleados • Condición de pertenencia de empleados a empresa
	Relacionamiento externo	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo con clientes, proveedores y competidores • Relación con instituciones, asociaciones, etc. • Análisis de formas de trabajo de competidores • Canales de detección de demandas del mercado
Técnicos	Dominio de tecnologías específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas que posibilitan el mejoramiento de procesos • Modificación de máquinas/equipos • Mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas
	Innovaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades vinculadas a la innovación de productos • Actividades vinculadas a la innovación de procesos • Adaptación de tecnologías existentes

Información de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia tecnológica del entorno • Benchmarking • Cooperación con otras empresas y organizaciones
Condiciones de higiene y seguridad laboral	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización segura de máquinas, equipos y herramientas • Orden y limpieza • Utilización de elementos de protección personal • Aplicación de medidas de prevención de accidentes
Buenas prácticas ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de residuos • Prevención y/o corrección de procesos contaminantes • Acciones de prevención de la contaminación

Fuente: elaboración propia a partir de Sáez de Viteri Arranz (2000), Suárez Hernández e Ibarra Mirón (2002), Carrillo de Albornoz y Serra (2005), Esparza Aguilar et al. (2010), Revilla (2012), Mantulak et al. (2015).

Para evaluar los recursos tecnológicos en pequeñas empresas manufactureras, se confeccionó como parte del procedimiento, la matriz de Evaluación de Recursos Tecnológicos (E_{RTi}) que se muestra en la Figura 2, con la escala empírica siguiente: Excelente (E); Muy Bueno (MB); Bueno (B); Regular (R) y Malo (M), con las calificaciones asociadas de: 5, 4, 3, 2 y 1, respectivamente; luego y al igual que en casos anteriores, se pondera casuísticamente la Importancia del Recurso Tecnológico (I_{RTi}), utilizando la escala valorativa siguiente: Alta (A), Media (M) y Baja (B), con las calificaciones asociadas: 5, 3 y 1, respectivamente.

Figura 2. Matriz de evaluación de recursos tecnológicos en pequeñas empresas de manufactura.

Recursos Tecnológicos Tangibles (RT_{Ti})		Evaluación					Importancia		
		(5)	B (4)	(3)	(2)	(1)	(5)	(3)	(1)
Proc eso o Sector	RT_{T1}								
	RT_{T2}								
	...								
	RT_{Tn}								
Recursos Tecnológicos Intangibles (RT_{Ti})		Evaluación					Importancia		
		5)	B 4)	3)	2)	1)	5)	3)	1)
Or ganizativos	RT_{I1}								
	RT_{I2}								
	...								
	RT_{In}								

Fuente: adaptado de Mantulak et al. (2015).

2.1.2. Paso 2: Determinación de recursos tecnológicos estratégicos

En este paso se trabaja en función de lo desarrollado en el Paso 1 de este procedimiento, a partir de la matriz de evaluación de recursos tecnológicos (Figura 2) se especifican, cuáles en cada caso (tangibles e intangibles) se consideran estratégicos; o sea, Recursos Tecnológicos Estratégicos Tangibles (RTE_{Ti}) y Recursos Tecnológicos Estratégicos Intangibles (RTE_{Ti}), lo cual resulta de aquellos calificados como de Alta importancia del recurso tecnológico (A).

Es importante remarcar que la evaluación se realiza con respecto a medios tecnológicos tangibles e intangibles, y según la importancia que cada empresa le asigna a cada uno de sus

recursos. Por lo tanto, no puede aplicarse una clasificación clásica referida a tipos de tecnología (por ej.: básicas, claves y emergentes).

2.1.3. Paso 3: Identificación de competencias tecnológicas

Se registran en cada fila de la matriz de identificación de competencias tecnológicas (Figura 3), las vinculaciones que indiquen la asociación/vinculación entre dos o más recursos tecnológicos estratégicos Tangibles y/o Intangibles. Para ello, se sugiere utilizar la nominación y codificación establecida en el Paso 2. A continuación (Figura 3), en la columna de la derecha, se consignan cada una de las competencias tecnológicas (C_{Ti}) que pueden derivarse de las asociaciones que se producen entre los diferentes recursos tecnológicos estratégicos Tangibles y/o Intangibles.

Figura 3. Matriz de identificación de competencias tecnológicas.

Recursos Tecnológicos Estratégicos								Competencia tecnológica
Tangibles (RTE_{Ti})				Intangibles (RTE_{Ii})				
TE_{T1}	TE_{T2}		TE_{Tn}	TE_{I1}	TE_{I2}		TE_{In}	
								C_{T1}
								C_{T2}
								...
								C_{Tn}

Fuente: adaptado de Mantulak (2014).

2.1.3. Paso 4: Valoración de impactos de competencias tecnológicas

A partir de la identificación de las competencias tecnológicas, se realiza una valoración de los impactos de mejora que podrían producir dichas competencias en las capacidades de gestión y de producción del emprendimiento. Para ello, se procede a la formulación de veinte (20) preguntas vinculadas a impactos de mejora que podrían provocar las competencias tecnológicas, divididas en dos grupos de diez (10), uno sobre capacidad de gestión y otro sobre capacidad de producción. Se consideraron las opiniones de diversos autores, tales como Ibarra Mirón et al. (2004), Urgal González y García Vázquez (2006), Estrada y Dutrénit (2007), Castellanos Domínguez et al. (2009), Martín Carbajal et al. (2016) y Hernández Chavarria (2017), en base a lo cual se elaboraron las 20 preguntas correspondientes:

a) Impactos de las competencias tecnológicas asociados a mejoras en la capacidad de gestión

1. ¿Mejora la posición competitiva de la empresa?
2. ¿Mejora de la gestión integrada de recursos humanos?
3. ¿Aumenta el valor agregado de los productos?
4. ¿Favorece una clara asignación de responsabilidades y tareas?
5. ¿Se alinea con la estrategia global de la empresa?
6. ¿Favorece los nexos con clientes y proveedores?
7. ¿Aporta a la vinculación entre el empresario y los trabajadores?
8. ¿Posibilita el desarrollo de actividades de comunicación y aprendizaje?
9. ¿Contribuye a la toma de decisiones con visión estratégica?
10. ¿Refuerza los vínculos con la comunidad, instituciones, asociaciones?

b) Impactos de las competencias tecnológicas asociados a mejoras en la capacidad de producción

1. ¿Aumenta de productividad de la empresa?
2. ¿Posibilita ampliar la gama de productos?
3. ¿Mejora el proceso de control de calidad de productos?
4. ¿Permite la reducción de costos de producción?
5. ¿Reduce los costos de insumos para procesos productivos?
6. ¿Reduce el consumo de energía eléctrica para iguales niveles promedios de producción?
7. ¿Favorece el cumplimiento de legislación vigente?
8. ¿Mejora las condiciones de higiene y seguridad de los trabajadores?
9. ¿Favorece las actividades de buenas prácticas ambientales?
10. ¿Contribuye a mejorar las actividades de planeación y control de producción?

Cada pregunta se responde por SI o por NO; si es SI se consigna el valor uno (1), si es NO el valor cero (0). Las valoraciones respectivas se consignaran en la Tabla 2 y en la Tabla 3.

Tabla 2. Competencias tecnológicas y sus impactos asociados a la capacidad de gestión

Competencia tecnológica	Impactos asociados a la capacidad de gestión (I_{cg})										I_{cg}	
												0
C_{T1}												
C_{T2}												
...												
C_{Tn}												

Fuente: adaptado de Mantulak (2014).

Tabla 3. Competencias tecnológicas y sus impactos asociados a la capacidad de producción

Competencia tecnológica	Impactos asociados a la capacidad de producción (I_{cp})										I_{cp}	
												0
C_{T1}												
C_{T2}												
...												
C_{Tn}												

Fuente: adaptado de Mantulak (2014).

Posteriormente se suman todos los valores de cada competencia (fila) de cada uno de los grupos (Tablas 2 y 3), luego se realiza una valoración de los impactos de cada competencia y se obtiene por cada grupo un Factor de Impacto sobre la capacidad de gestión ($F_{I_{cg}}$), calculado según expresión (1), y un Factor de Impacto sobre la capacidad de producción ($F_{I_{cp}}$), determinado a partir de la expresión (2).

$$F_{I_{cg}} = \sum_{i=1}^{i=10} I_{cg_i} \quad (1)$$

donde:

I_{cg} : impacto asociado a la capacidad de gestión

$$F_{lcp} = \sum_{i=1}^{i=10} lcp_i \quad (2)$$

donde:

I_{cp} : impacto asociado a la capacidad de producción

Por último, y para cada competencia tecnológica, se suman los valores obtenidos en cada uno de los factores precedentes y se obtiene el denominado Factor de Impacto de competencia tecnológica (F_{lct}) mediante la expresión (3), los cuales se consignan en la Tabla 4, para cada una de las competencias tecnológicas.

$$F_{lct} = F_{lcg} + F_{lcp} \quad (3)$$

Tabla 4. Competencias tecnológicas y sus factores de impacto

Competencia tecnológica	F_{lcg}	F_{lcp}	F_{lct}
C_{T1}			
C_{T2}			
...			
C_{Tn}			

Fuente: adaptado de Mantulak (2014).

2.1.4. Paso 5: Determinación de competencias tecnológicas distintivas

La decisión final sobre las competencias tecnológicas distintivas, en las cuales la pequeña empresa de manufactura debe basar el fortalecimiento de las capacidades de gestión y de producción, y el horizonte de planeación establecido en su estrategia de recursos tecnológicos, se tomará en función de los valores del Factor de Impacto de competencia tecnológica (F_{lct}) obtenidos en el Paso 4 del procedimiento para cada competencia tecnológica distintiva (C_{TD}), ordenados en forma descendente según su puntuación; se establece como un límite práctico para este tamaño y estructura de empresa, y en coincidencia con lo sugerido por Hamel y Prahalad (1998), no más de seis ($C_{TDi} \leq 6$), puesto que además, que en general existen dentro de las empresas competencias distintivas de otro tipo. Las competencias tecnológicas distintivas serán consignadas en el formato de la Tabla 5 como parte del procedimiento.

Tabla 5. Determinación de competencias tecnológicas distintivas en pequeñas empresas manufactureras

N ° Orden	Competencias tecnológicas distintivas	F_{lct}
C TD1		
C TD2		
...		
C		

TD6		
-----	--	--

Fuente: adaptado de Mantulak (2014).

3. Resultados

En el marco de la investigación se estudió el caso de una pequeña empresa de aserrío ubicada en la provincia de Misiones, Argentina, en la que se aplicó el procedimiento descrito con el objetivo de verificar su viabilidad y pertinencia. Esta empresa se encuentra dentro de un segmento de pequeños emprendimientos al que pertenecen el 96 % de los establecimientos madereros de la provincia. En dicha empresa se llevan a cabo los procesos productivos de aserrado y remanufactura, a partir de los cuales se obtienen productos tales como: tablas cepilladas, machimbres y cornisas, con una producción de unos 250 m³/mes (el 90 % de los aserraderos posee una producción de hasta 300 m³/mes). Posee una estructura organizacional aplanada (empresario, capataz y empleados), y tiene una plantilla estable de 12 empleados (el 80 % de los emprendimientos madereros de Misiones posee hasta quince empleados).

3.1. Aplicación del procedimiento

A partir de la firma de un acta de acuerdo específica entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones y la empresa, se dispuso un especialista con propósito de instrumentar la aplicación procedimiento. Para ello, se llevaron a cabo una serie de reuniones con el empresario-dueño del aserradero con el propósito de coordinar las acciones necesarias para el desarrollo de las actividades.

3.1.1. Paso 1: Caracterización y evaluación de los recursos tecnológicos

Se realizó la caracterización de los recursos tecnológicos en el pequeño aserradero, identificándolos como tangibles e intangibles. La evaluación de los recursos tecnológicos se realizó luego de un análisis exhaustivo de las condiciones de operatividad del establecimiento.

3.1.2. Paso 2: Determinación de recursos tecnológicos estratégicos

Los recursos tecnológicos que fueron calificados como de Alta Importancia en la evaluación (Paso 1), fueron consignados como estratégicos. Como resultado de este análisis se pudo constatar que la mayoría de los recursos tecnológicos estratégicos tangibles e intangibles se encuentran en una condición entre Bien (B) y Regular (R) (Tabla 6).

Tabla 6. Evaluación de los recursos tecnológicos tangibles e intangibles del pequeño aserradero

Recursos Tecnológicos Estratégicos (tangibles) - RTE _{Ti}		Evaluación				
		5)	B 4)	3)	2)	1)
TE _{T1}	I	Carro principal				
TE _{T2}	I	Astilladora				

TE _{T3}	Sistema de baño anti-hongos					
TE _{T4}	Machimbradora-moldurera					
TE _{T5}	Sala de herramientas					
TE _{T6}	Sala de afilado					
TE _{T7}	Equipos y máquinas de transporte interno					
TE _{T8}	Máquinas de carga y descarga de productos					
TE _{T9}	Sistema de almacenamiento de productos					
TE _{T10}	Inventario de herramientas y repuestos					
Recursos Tecnológicos Estratégicos (intangibles) – RT _{II}		Evaluación				
		(5)	B (4)	(3)	(2)	(1)
TE _{IO1}	Habilidades individuales y colectivas					
TE _{IO2}	Rutinas organizacionales					
TE _{IO3}	Comunicación interna					
TE _{IT1}	Dominio de tecnologías específicas					
TE _{IT2}	Experticias específicas en los procesos productivos					

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Paso 3: Identificación de competencias tecnológicas

A partir del trabajo conjunto entre el empresario y el especialista, se identificaron las competencias tecnológicas de la empresa, a partir de la identificación de asociaciones entre los recursos tecnológicos estratégicos (tangibles o intangibles), cuyos resultados se presentan en la matriz de identificación de competencias tecnológicas (Tabla 7).

Tabla 7. Identificación de competencias tecnológicas en el pequeño aserradero

Recursos tecnológicos estratégicos									Competencias tecnológicas
TE _T 1	TE _T 2	TE _T 4	TE _T 6	TE _T 8	TE _T 9	TE _I O2	TE _I O3	TE _I T2	
									Productos diferenciados en calidad
									Productos exclusivos
									Domino de tecnologías específicas
									Innovación incremental de procesos
									Flexibilidad en la producción
									Prácticas de control de calidad

										Aprovechamiento de residuos de madera
										Condiciones tecnológicas seguras en procesos

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Paso 4: Valoración de impactos de competencias tecnológicas

Se valoraron los impactos que producirían las competencias tecnológicas sobre las capacidades de gestión y de producción; y a partir de la formulación de las veinte (20) preguntas vinculadas a mejoras en gestión y producción, se obtuvo el Factor de impacto sobre la capacidad de gestión ($F_{l_{cg}}$) (Tabla 8) y el Factor de impacto sobre la capacidad de producción ($F_{l_{cp}}$) (Tabla 9).

Tabla 8. Valoración de competencias tecnológicas sobre la capacidad de gestión del aserradero

Competencia tecnológica	Impactos asociados a la capacidad de gestión									<i>i-cg</i>
Productos diferenciados en calidad										
Productos exclusivos										
Domino de tecnologías específicas										
Innovación incremental de procesos										
Flexibilidad en la producción										
Prácticas de control de calidad										
Aprovechamiento de residuos de madera										
Condiciones tecnológicas seguras en procesos										

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Valoración de competencias tecnológicas sobre la capacidad de producción del aserradero

Competencia tecnológica	Impactos asociados a la capacidad de producción									<i>i-cp</i>
Productos diferenciados en calidad										
Productos exclusivos										
Domino de tecnologías específicas										0
Innovación incremental de procesos										
Flexibilidad en la producción										
Prácticas de control de calidad										
Aprovechamiento de residuos de madera										
Condiciones tecnológicas seguras en										

procesos											
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar este paso, y para cada competencia tecnológica, se suman los valores obtenidos en cada uno de los factores precedentes y se obtiene el denominado Factor de Impacto de competencia tecnológica (F_{Ict}) mediante la expresión (3), los cuales se consignan para cada una de las competencias tecnológicas en la Tabla 10,

Tabla 10. Impacto de las competencias tecnológicas sobre las capacidades de gestión y de producción del aserradero

Competencias tecnológicas	F_{lcp}	F_{lcp}	F_{lct}
Productos diferenciados en calidad	8	7	5
Productos exclusivos	5	4	
Domino de tecnologías específicas	8	10	8
Innovación incremental de procesos	9	7	6
Flexibilidad en la producción	7	8	5
Prácticas de control de calidad	9	8	7
Aprovechamiento de residuos de madera	6	6	2
Condiciones tecnológicas seguras en procesos	7	7	4

Fuente: elaboración propia.

3.1.5. Paso 5: Determinación de competencias tecnológicas distintivas

Se determinaron las competencias tecnológicas distintivas a partir de las cuales el pequeño aserradero debe basar el fortalecimiento de sus capacidades de gestión y de producción, así como establecer el horizonte de planeación de estrategia de recursos tecnológicos. Para ello, se estableció un orden de prioridad en función de los valores obtenidos del Factor de impacto de competencia tecnológica (F_{Ict}), tal como se muestra en la Tabla 11. De acuerdo con lo establecido precedentemente, se identificaron un total de seis (6) competencias tecnológicas distintivas, en función del ordenamiento de mayor a menor de las valoraciones obtenidas.

Tabla 11. Competencias tecnológicas distintivas identificadas en el aserradero

N ^o Orden	Competencias tecnológicas distintivas	F_{lct}	F
TD1	Domino de tecnologías específicas	8	1
TD2	Prácticas de control de calidad	7	1

TD3	C	Innovación incremental de procesos	6	1
TD4	C	Flexibilidad en la producción	5	1
TD5	C	Productos diferenciados en calidad	5	1
TD6	C	Condiciones tecnológicas seguras en procesos	4	1

Fuente: elaboración propia.

La implementación del procedimiento para determinar las competencias tecnológicas distintivas en el pequeño aserradero permitió poner en valor los activos tecnológicos tangibles e intangibles de la empresa. Así mismo, posibilitó un análisis conjunto e integrado de los recursos tecnológicos que gestionados de manera creativa, coordinada y sistemática, han de vigorizar unas determinadas competencias tecnológicas distintivas, con el propósito de potenciar las capacidades de gestión y de producción del pequeño aserradero.

4. Conclusiones

➤ Resulta indispensable otorgar a las competencias tecnológicas distintivas un rol estratégico dentro de la funcionalidad de las pequeñas empresas de manufactura, con el propósito de gestionar los recursos tecnológicos de manera coordinada y sistemática, para potenciar las capacidades de gestión y de producción y responder con la mayor celeridad posible a los cambios del entorno.

➤ El procedimiento diseñado para la determinación de las competencias tecnológicas distintivas, constituye un instrumento metodológico sencillo y pertinente para la gestión tecnológica en las pequeñas empresas de manufactura, por cuanto permite realizar un análisis integrado de los recursos tecnológicos tangibles e intangibles, e identificar aquellas competencias tecnológicas que han de vigorizar el desempeño productivo del emprendimiento.

➤ La aplicación del procedimiento en una pequeña empresa de aserrío de la provincia de Misiones, Argentina, permitió viabilizar y conjugar los conceptos teóricos con la cotidianeidad y practicidad del emprendimiento, a partir de la valoración fáctica de los recursos tecnológicos estratégicos, y posterior determinación de las competencias tecnológicas distintivas, como instrumental metodológico que contribuye a la toma de decisiones estratégicas.

➤ En función de lo realizado se considera oportuno avanzar en una futura línea de trabajo que se enfoque en el análisis y diseño de un instrumental metodológico para la formulación de estrategias tecnológicas en este segmento de empresas.

5. Referencias

- Álvarez Medina, M. L. (2003). Competencias centrales y ventaja competitiva: el concepto, su evolución y su aplicabilidad. *Revista Contaduría y Administración*, (209), 5-22.
- Azevedo Filho Correio, E. T.; Leal Rosas Correio, C. M.; Pereira Paes Correio, D.; Paes da Silva Correio, T. G.; Monteiro da Hora Correio, H. R. (2015). Análise das competências tecnológicas de uma empresa de distribuição de energia elétrica. *Linkania*, 5(1), 70-90.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Bogner, W. C. y Thomas, H. (1992). Core competence and competitive advantage: a model and illustrative evidence from the pharmaceutical industry. Faculty Working Paper 92-0174. College of Commerce

- and Business Administration, University of Illinois, United States.
- Boisot, M. H. (1999). *Knowledge assets - Securing competitive advantage in the information economy*. Oxford University Press Inc., New York, United States.
- Bolívar-Ramos, M. T.; García-Morales, V. J. y García-Sánchez, E. (2012). Technological distinctive competencies and organizational learning: effects on organizational innovation to improve firm performance. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29(3), 331-357.
- Calderón Hernández, G. (2006). Competencias distintivas en las pymes: un aporte desde gestión humana. *Innovar*, 16(27), 57-72.
- Carrillo de Albornoz y Serra, J. M. (2005). *Manual de autodiagnóstico estratégico*. ESIC Editorial. Madrid, España.
- Castellanos Domínguez, O. F. (2007). *Gestión Tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Castellanos Domínguez, O. F.; Jiménez Hernández, C. N.; Ramírez Martínez, D. C.; Fúquene Montañez, A. M.; Rojas Santoyo, F.; Morales Rubiano, M. E.; León López, A. M.; Torres Piñeros, L. M.; García Vergara, M. E.; Fonseca Rodríguez, S. L. (2008), *Retos y nuevos enfoques en la gestión de la tecnología y del conocimiento*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia.
- Castellanos Domínguez, O. F.; Jiménez Hernández, C. N.; Domínguez Martínez, K. P. (2009). Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia. *Revista ingeniería e investigación*, 29(1), 133-139.
- Caves, R. E. (1980). Industrial Organization: Corporate Strategy and Structure. *Journal of Economic Literature*, 18(1), 64-92.
- Dankbaar, B.; MERIT y Otras Instituciones (1993). Research and technology management in enterprises: issues for community policy. Overall strategic review. Commission of the European Communities. Bruselas - Luxemburgo.
- Esparza Aguilar, J. L.; García Pérez de Lema, D. y Duréndez Gómez Guillamón, A. (2010). La cultura empresarial en la gestión de las empresas familiares: una aproximación teórica. *Investigación y Ciencia*, (47), 13-20.
- Estrada, S. y Dutrénit, G. (2007). Gestión del conocimiento en PyMEs y desempeño competitivo. *Revista Engevista*, 9(2), 129-148.
- Estrada, S.; Cano, K; Aguirre, J. (2017). La gestión tecnológica en PyMEs: diferencias entre micro, pequeñas y medianas empresas. XVII Congreso Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica, Ciudad de México, México.
- Galavan, R. J. (2015). Understanding Resources, Competences, and Capabilities in EU Common Security and Defence Policy. Edward M Kennedy Institute for Conflict Intervention & School of Business, Maynooth University, Ireland.
- Hamel, G. y Prahalad, C. K. (1998). *Compitiendo por el futuro: estrategia crucial para crear los mercados del mañana*. Editorial Ariel S. A. Buenos Aires, Argentina.
- Hernández Chavarría, J. (2017). Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica. XVII Congreso Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica, Ciudad de México, México.
- Hidalgo Nuchera, A. (1999), La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial, *Revista Economía Industrial*, (330), 43-54.
- Hidalgo Nuchera, A.; León Serrano, G. y Pavón Morote, J. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Ediciones Pirámide, Madrid, España.
- Hill, C. W. L. y Jones, G. R. (2011). *Administración estratégica - Un enfoque integral*. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V, Distrito Federal, México.
- Ibarra Mirón, S.; Sarache Castro, W. A. y Suárez García, M. (2004). La estrategia de producción: una aproximación al nuevo paradigma en investigación en manufactura. *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 65-77.
- Jardon, C. M. y Martos, M. S. (2010). Determinación de competencias distintivas en pymes: el caso de Vigo y su área de influencia. *Visión de Futuro*, 14(2), 91-114.
- Mantulak, M. J. (2014), Gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeños aserraderos de la provincia de Misiones, Argentina. *Tesis de Doctorado*, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- Mantulak, M. J.; Hernández Pérez, G. D.; Michalus, J. C. (2015). Procedimiento para determinar los recursos

- tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas de manufactura. Estudio de un caso. XVI Congreso Latino- Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Porto Alegre, Brasil.
- Martín Carbajal, M. L.; Cruz Ovando, I.; Rivera Guerra, D. D. (2016). Innovación, generación de capacidades tecnológicas y competitividad empresarial de Mipymes del sector manufacturero en la Ciudad de Morelia. *Economía y sociedad*, 20(35), 21-48.
- Medellín Cabrera E. (2013). *Construir la innovación: gestión de la tecnología en la empresa*. Siglo XXI Editores, Ciudad de México, México.
- Morcillo Ortega, P. y Rodríguez Pomeda, J. (2002), El sector eléctrico español desde un enfoque de competencias tecnológicas: presente y futuro, *Revista Economía Industrial*, (347), 135-148.
- Morin, J. (1992), *Des technologies, des marches et des hommes: pratiques et perspectives du management des ressources technologiques*, Les Éditions D'Organisation, Paris, Francia.
- Peppard, J., & Ward, J. (2004). Beyond strategic information systems: towards an IS capability. *The Journal of Strategic Information Systems*, 13(2), 167-194.
- Prahalad, C. K. y Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 1-15.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage*. The Free Press, New York, Estados Unidos. Edición en español, 1995:
- Ventaja competitiva. Rei Argentina, S. A. Buenos Aires, Argentina.
- Real, J. C.; Leal, A. y Roldán, J. L. (2006). Information technology as a determinant of organizational learning and technological distinctive competencies. *Industrial Marketing Management*, 35(4), 505-521.
- Revilla, A. J. (2012). Un modelo para la gestión de los recursos intangibles de tipo tecnológico. ¿Qué diferencia a los sectores intensivos en innovación?. *Universia Business Review*, (34), 102-123.
- Sáez de Viteri Arranz, D. (2000). El potencial competitivo de la empresa: recursos, capacidades, rutinas y procesos de valor añadido. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 6(3), 71-86.
- Solleiro, J. L. (1988). La gestión y administración de la tecnología. *Cuaderno del Instituto de Investigaciones Jurídicas*, 3(9), 721-729.
- Solleiro y Herrera Mendoza (2016). *Gestión tecnológica: conceptos y prácticas*, en Capítulo 1, conceptos básicos.
- Fondo sectorial de innovación Secretaria de economía- CONACYT (FINNOVA), Ciudad de México, México.
- Suárez Hernández, J. e Ibarra Mirón, S. (2002). La teoría de los recursos y las capacidades - Un enfoque actual en la estrategia empresarial. *Anales de estudios económicos y empresariales*, (15), 63-89.
- Teece, D. J.; Pisano, G y Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Urgal González, B. y García Vázquez, J. M. (2006). Decisiones de producción, capacidades de producción y prioridades competitivas - Un estudio aplicado al sector del metal en España. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 12(3), 133-149.
- Ventura, J. (2008). *Análisis estratégico de la empresa*. Editorial Learning Paraninfo, S. A. Madrid, España.
- Wernerfelt, B. (1984). A Resource-based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.

La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito

Juan Marcelo Ibujés Villacís

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias Administrativas, Ecuador

juan.ibujes@epn.edu.ec

Resumen

La fabricación y comercialización de productos a nivel mundial, donde la competencia por el mejor precio es una característica importante para el acceso a los mercados, demanda que las organizaciones empresariales gestionen sus recursos y capacidades de una manera eficaz y eficiente. Es por ello que, el objetivo de esta investigación consistió en determinar los niveles de eficiencia técnica (ET) con los que operan las medianas empresas (MEs) del área de manufactura de Quito, Ecuador. Las compañías objeto del estudio están domiciliadas en Quito, pertenecen al clasificador C según la clasificación internacional industrial uniforme y vienen operando al menos cinco años consecutivos. La metodología aplicada en el estudio tiene un diseño no experimental, transversal y con alcance descriptivo. Se trabajó con la información financiera de 54 MEs de una población de 245 registradas hasta el año 2017 y se determinó el índice de ET mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Los resultados permitieron establecer que, considerando rendimientos constantes de escala (RCE), las MEs de manufactura Quito, trabajan con una ET promedio entre el 83,1% y 91,1%; y para rendimientos variables de escala (RVE), la ET promedio está entre 94,3% y 98,4%, en ambos casos con un 95% de nivel de confianza. Además, en el caso de RCE el 31% de compañías trabaja con la máxima eficiencia, mientras que en el caso de RVE, representan el 78%. Como conclusión se determinó que apenas el 4% de las MEs del área de manufactura operan con baja eficiencia, situación que en el futuro podría tener un impacto positivo en la mejora de su nivel de productividad y competitividad local e internacional.

Palabras clave

Análisis envolvente de datos, eficiencia técnica, eficiencia de escala, frontera eficiente, medianas empresas.

Código JEL: C02, C67, D24, L81, M21.

1. Introducción

La globalización internacional entendida como un modo del desarrollo social y especialmente económico, ha sido posible gracias a una profunda innovación tecnológica (Castells, 1996), situación que ha permitido a las empresas hacerse más competitivas en el mercado. Una vez que las organizaciones han ido adoptando nuevas tecnologías y creando nuevas infraestructuras para la producción, ha surgido la necesidad de conocer en qué medida la utilización de recursos y capacidades en que han invertido, ha sido eficiente.

Tal es así que, según el análisis financiero la gestión de un negocio suele ser valorada por la eficiencia, calculada a través de ratios que establecen relaciones entre una determinada salida y una entrada. Cuando se utilizan este tipo de medidas, el problema principal que se plantea es la inexistencia de una única ratio que mida la eficiencia, ya que normalmente las

organizaciones empresariales utilizan múltiples entradas (maquinaria, mano de obra, tecnología) para producir una o varias salidas (bienes o servicios).

Con esa consideración, para estimar la eficiencia técnica (ET) de las empresas se propone en este trabajo el método de análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés: *Data Envelopment Analysis*). Este método permite estudiar la ET u operacional de una empresa en relación con el comportamiento de otras similares, a partir de la construcción de una frontera eficiente mediante aproximaciones no paramétricas (Rubiera et al., 2003; Sueyoshi y Goto, 2018).

El método DEA permitirá evaluar la ET de las empresas que forman parte de esta investigación, considerando la premisa de que una compañía trabaja en forma eficiente cuando para un determinado nivel de consumo de recursos consigue maximizar el nivel de producción. El objeto de estudio serán las medianas empresas (MEs) del área de manufactura de Quito, Ecuador. Estas compañías son organizaciones empresariales que cuentan con 50 a 159 trabajadores, tienen ingresos brutos entre uno y cinco millones de dólares americanos (US\$), y tienen un volumen de activos entre US\$ 700.000 y US\$ 4.000.000 (SUPERCIAS, 2017).

Este trabajo se ha estructurado de la siguiente manera, en una primera parte se hace una revisión teórica del concepto de eficiencia técnica y método de cálculo; en la segunda parte se expone sobre la metodología aplicada para la estimación de los índices de eficiencia mediante el método DEA; en una tercera parte se presentan los resultados, y al final se hace una discusión de esos resultados y se explican las conclusiones y reflexiones finales del estudio.

2. La eficiencia técnica. Elementos teóricos

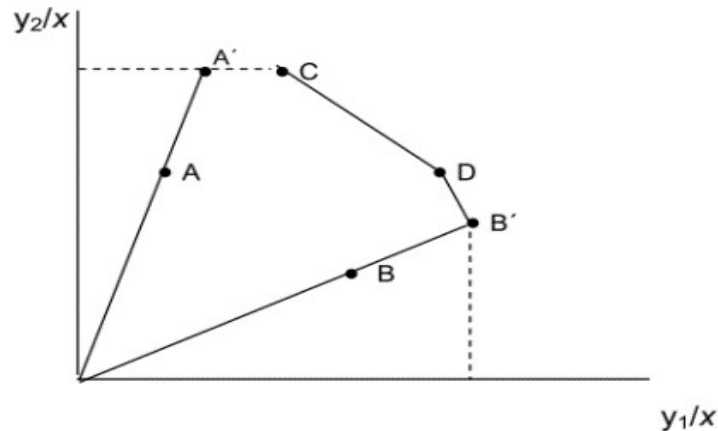
Según Cachanosky (2012), la ET se encuentra relacionada con el uso de la capacidad instalada y refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no; es decir, si los factores productivos están siendo usados al cien por ciento, o si hay capacidad ociosa. Farrell (1957) citado por Sánchez de Pedro (2013), aportó sustancialmente al estudio de la eficiencia, por un lado, desarrolló un método para el cálculo empírico de la eficiencia y; por otro, separó sus componentes en eficiencia técnica y eficiencia asignativa.

La eficiencia técnica se refiere a la eficiencia de transformación de los *inputs* en *output*, y la eficiencia asignativa (EA) a la proporción de *inputs* necesarios para generar el mínimo coste para la producción de un determinado nivel de *output*. Se puede decir de otra manera que, la ET consiste en la obtención del máximo producto dada una combinación específica de recursos o en el empleo de los recursos estrictamente necesarios para un nivel de producción.

Para determinar cuán eficiente es una empresa, lo que se hace es comparar esa compañía con respecto a lo que realizan sus similares. Farrell (1957) citado por Rubiera et al, (2003) es el precursor de estudios basados en esta idea, ya que determina empíricamente mediante cálculos algebraicos una frontera eficiente, la misma que está formada por la actuación de las mejores empresas observadas y que servirá como referencia para medir la eficiencia relativa de cada firma.

Dado que todas las unidades productivas situadas en la frontera son eficientes desde el punto de vista técnico, la medida de la ET dependerá de cuál es la unidad productiva eficiente elegida como referencia (Álvarez, 2001; Álvarez Pinilla, 2013; Santos et al., 2013). En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos por cuatro compañías que utilizan una entrada (*input* en Inglés) para producir dos salidas (*outputs* en Inglés), A y B representan las compañías ineficientes, mientras que C y D son eficientes y conforman la frontera (Tofallis, 2001).

Figura 1. Representación de la frontera de eficiencia técnica.



Fuente: (Tofallis, 2001).

La estimación empírica de la frontera eficiente suele dividirse fundamentalmente en dos grandes grupos: aproximación paramétrica, no paramétrica y otra que es una combinación entre ambas definida como redes neuronales artificiales (Cordero, 2006). Los métodos no paramétricos no requieren la imposición de una forma determinada a la función de producción como los métodos paramétricos, siendo suficiente con la definición de un conjunto de propiedades formales que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción. Este es el caso del DEA.

Según Charnes et al. (1979), el DEA es una herramienta no paramétrica que permite precisar la frontera tecnológica basada en unidades productivas o DMU (*Decision Making Unit* en Inglés) que, por sus buenos resultados son las que ejecutan las mejores prácticas productivas en relación a las otras unidades de la misma área de producción. Según los autores, esta metodología de análisis tiene dos ventajas fundamentales, por un lado, su mayor estandarización, y por otro, permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*.

De acuerdo con Sherman y Zhu (2006), en un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia, que resulta ser relativa, por cuanto se compara cada organización con aquellas que operan con un valor similar de *inputs* y *outputs*. Según Sueyoshi y Goto (2018), el modelo original del DEA expresa que la eficiencia es una relación matemática entre la suma total ponderada de las salidas o resultados deseables y la suma total ponderada de las entradas. La estimación de la eficiencia debe hacerse comparándose empresas tecnológicamente similares, se compara entre la empresa evaluada y aquella que se encuentra en la frontera eficiente (Rubiera et al., 2003).

2.1. Método DEA-CCR

Uno de los métodos que utiliza el DEA para el cálculo de la eficiencia técnica es el desarrollado por Charnes et al, (1979) y se lo conoce como CCR en honor a sus autores, o también se le conoce como modelo de retornos constantes de escala (RCE). Mediante este método una empresa puede ser comparada con otras sustancialmente más grandes o más pequeñas (Rubiera et al., 2003).

Según Ramanathan (2003) y Sueyoshi y Goto (2018), este método se describe

matemáticamente a través de las ecuaciones 1, 2 y 3 en la versión orientada al *input*, buscando maximizar los *outputs* y formando parte de una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

$$\text{Maximizar:} \quad h_0 = \sum_{j=1}^s W_j Y_0 \quad \text{Ec. 1}$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_0 = 1 \quad \text{Ec. 2}$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^s W_j Y_m - \sum_{i=1}^m V_i X_m \leq 0 \quad \text{Ec. 3}$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, n.$$

$$W_j \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, r.$$

2.2. Método DEA-BCC

Años más tarde, surgió el método DEA desarrollado por Banker et al, (1984) y se lo conoce como BCC en honor a sus autores o como modelo de retornos variables de escala (RVE). Este procedimiento calcula la eficiencia técnica pura y establece comparaciones entre empresas midiendo exclusivamente ineficiencias debidas a la gestión productiva. Además, mediante este método, una empresa es comparada con otras lo más similares posibles a su tamaño (Rubiera et al., 2003), lo que permite determinar la ET de grupos de empresas de diferente tamaño.

Este método se describe mediante las ecuaciones 4, 5 y 6 en su versión orientada al *input*, lo que significa que se busca maximizar los *outputs* y son la fuente de una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

$$\text{Maximizar:} \quad h_0 = \sum_{j=1}^s W_j Y_0 + C_0 \quad \text{Ec. 4}$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_0 = 1 \quad \text{Ec. 5}$$

$$\sum_{j=1}^s W_j Y_m - \sum_{i=1}^m V_i X_m + C_0 \leq 0$$

Sujeto a

$$j=1 \quad i=1 \quad \text{Ec. 6}$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, n.$$

$$W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r.$$

$$C_0 \text{ libre}$$

Las equivalencias de las variables en las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 son:

j_0 : salida j de la DMU
 0 ; X_{i0} : entrada i de la
 DMU 0 ; W_j : peso para
 la salida j ; V_i : peso para
 la entrada i ; n : número
 de DMU;
 s : número de salidas;
 r : número de
 entradas; C_0 : factor
 de escala.

La resolución del algoritmo de programación lineal permite obtener los correspondientes pesos W_j y V_i , de tal manera que proporcionen el mayor índice de eficiencia posible para cada productor evaluado. Estos pesos se estiman en base a los datos disponibles, como forma de obtener una medida de la eficiencia relativa de cada compañía. Una eficiencia de valor unitario implica que la producción observada y potencial coincide; es decir, la compañía es eficiente. Si el índice es menor que uno, la DMU evaluada será ineficiente, ya que existen otras unidades productivas que muestran un mejor comportamiento.

Un dato muy importante que se deriva de los cálculos de la ET mediante el DEA es medir la eficiencia de escala, la cual no es posible con los métodos paramétricos (Arzubi y Berceel, 2002; Soares et al., 2017). Según Schuschny (2007), los rendimientos a escala indican los incrementos de la producción que son resultado del incremento simultáneo y equiproporcional de todos los factores o insumos, rendimientos que pueden ser constantes, cuando la producción se incrementa a la misma proporción que los cambios en los factores; crecientes cuando el incremento porcentual de la producción es mayor al de los insumos y decrecientes cuando es menor.

La eficiencia de escala (EE) se obtiene mediante el cociente entre la eficiencia técnica global (resultado de ET mediante el método CCR) y la eficiencia técnica pura calculada mediante el método BCC.

3. Metodología

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal. El objeto de estudio de esta investigación son las MEs del sector económico de manufactura de la ciudad de Quito, empresas que pertenecen al clasificador C de la clasificación internacional industrial uniforme (CIU) y están registradas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

(SUPERCIAS). A octubre de 2018 se encontraban inscritas 245 MEs activas en este clasificador, que corresponden a la población objetivo del estudio (SUPERCIAS, 2018).

Para el cálculo del tamaño de la muestra de la población se utilizó un muestreo proporcional para una población finita, esto debido a que existió la misma probabilidad de que las empresas estudiadas cumplan o no con las características a ser investigadas. El tamaño de la muestra se determinó con la ecuación 7 (Ott y Longnecker, 2016).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población, E = error muestral, Z = nivel de confianza,

p = probabilidad de éxito y q = probabilidad de fracaso.

Los parámetros para el cálculo de la muestra son los siguientes: N = 245, E = 10%, Z = (1,65), p = (0,5) y q = (0,5), En este caso p = q permiten encontrar el máximo tamaño muestral para el error fijado (Pérez, 2010). Estos valores se aplican en la ecuación 4 para hallar el tamaño de la muestra, tal como se detalla a continuación.

$$n = \frac{(1,65)^2 * (245) * (0,5) * (0,5)}{(0,101)^2 * (245 - 1) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = 54$$

En consecuencia, para una población de 245 MEs, con un nivel de confianza de 90% y error de 10% es necesario obtener información de 54 compañías. El muestreo utilizado fue probabilístico y con probabilidades iguales; la selección de compañías se lo realizó en forma aleatoria simple sin reposición, con la finalidad de tener el mayor grado de representatividad de la muestra (Pérez, 2010).

La aplicación del método DEA se lo hizo desde una orientación hacia los recursos consumidos; es decir, se consideraron eficientes aquellas compañías que obtienen una producción máxima, dada una combinación específica de sus *inputs*. Este método requiere que las DMU a evaluar sean lo más homogéneas posible en la mayoría de sus características, con el fin de facilitar la identificación de aquellas que hacen una mejor utilización de sus recursos (Goñi, 1998), siendo esa la razón por la que se escogió las MEs de un solo clasificador de la CIU.

Para el cálculo del índice de ET se ejecutó el siguiente procedimiento.

a. Se accedió a la información financiera de las 54 empresas de la muestra, cuya información constan en las bases de datos publicadas por el Servicio de Rentas Internas y la SUPERCIAS. Específicamente estos datos constan en el formulario 101, correspondiente a la “Declaración del Impuesto a La Renta y Presentación de Balances Formulario Único Sociedades y Establecimientos Permanentes” que se encuentra en la sección de documentos del sector societario (SUPERCIAS, 2018).

Los datos se obtuvieron de los informes financieros como el Balance y el Estado de Resultados del ejercicio fiscal del año 2017. Los criterios que se utilizaron para determinar

los *inputs* y *outputs* fueron tres; primero, escoger la menor cantidad posible de variables; segundo, escoger aquellos *inputs* que reflejen mejor los *outputs*; y tercero, escoger aquellos *outputs* relevantes para la actividad de las empresas estudiadas.

Las variables corresponden a los valores de las cuentas financieras de los activos corrientes (AC), activos no corrientes (ANC), costo de ventas (CV), gastos en sueldos y salarios (GSS), gastos operacionales (GO), gastos no operacionales (GNO), ingresos (ING) y utilidad del ejercicio anual (UTL). Las variables consideradas como *inputs* fueron: AC, ANC, CV, GSS, GO y GNO; como *outputs* se precisaron a las variables ING y UTL.

b. El siguiente paso consistió en determinar de entre los *inputs* y *outputs* cuales variables específicamente se las consideraría para aplicar el método DEA. Existen algunas técnicas de selección, como el análisis de componentes principales (ACP), correlación, regresión múltiple, multicriterio, entre otras, todas ellas persiguen establecer las mejores combinaciones posibles entre *inputs* y *outputs* formando distintos escenarios para hallar el mejor promedio de la eficiencia (González-Araya y Valdés, 2009; Serrano-Cinca et al., 2005; Shih-Nan et al., 2016).

En este estudio se utilizó la técnica de correlación entre los *inputs* y *outputs*. Además, se consideró una de las restricciones del método DEA para evitar valores errados de eficiencia, esta consiste en que, el número total de variables (*inputs* + *outputs*) debe ser inferior al número de observaciones, tal como lo explica Andersen y Petersen (1993). Aquí se trabajó con ocho variables y 54 DMUs; es decir, hay cerca de siete veces más DMUs que variables.

c. Establecida la correlación se procedió a estimar la ET considerando los métodos CCR y BCC. Para ello se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 y sus correspondientes restricciones, las mismas que sirvieron de referencia para elaborar dos algoritmos de programación lineal con la función *solver* y el lenguaje de programación *Visual Basic*, incorporado en la aplicación MsExcel (Sherman y Zhu, 2006).

Si bien la aplicación del DEA se trata de una aproximación determinista y los valores de eficiencia calculados son fijos; es útil determinar en qué medida la precisión su medida se verá afectada por cambios o exactitud de los datos de *inputs* y *outputs* (Cook y Seiford, 2009; Simar y Wilson, 2010). Estos cambios harían que el valor de la eficiencia se encuentre en un rango específico de valores; por lo que, se realizó un análisis de *bootstrap* a partir de una simulación con 1000 DMUs y un 95% de nivel de confianza.

d. Finalmente, se clasificó a las MEs de acuerdo a su grado de eficiencia, siendo los parámetros de clasificación: eficiencia total (eficiencia = 100%), alta (entre 81% y 99%), media (entre 61% y 80%) y baja (entre 0% y 60%). Con esas equivalencias se procedió a establecer gráficamente la relación entre los *outputs* y la ET de cada una de las compañías estudiadas.

4. Resultados

Los resultados obtenidos del cálculo de la eficiencia técnica, en una primera parte, tienen que ver con la correlación que existe entre las variables de entrada y salida. Los resultados de la determinación del coeficiente de correlación de Pearson se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de correlación de Pearson entre entradas y salidas

Ent radas		Salidas			
		G	IN TL	U	
AC	Correlación de Pearson	72**	0,7	0,	
	Sig. (bilateral)	00	0,0	0,	
	Simulac ión de muestreo ^c	Error estándar	2	0,0	0,
	95%	Intervalo de confianza a	Inferio	0,6	-
			r	55	0,338
			Superi or	99	0,8
246	599				
AN C	Correlación de Pearson	82**	0,5	0,	
	Sig. (bilateral)	00	0,0	0,	
	Simula ción de muestreo ^c	Error estándar	093	0,	0
	95%	Intervalo de confianza a	Inferio	0,	-
			r	376	0,120
			Superi or	749	0,
246	495				
CV	Correlación de Pearson	793**	0,	0	
	Sig. (bilateral)	000	0,	0	
	Simula ción de muestreo ^c	Error estándar	060	0,	0
	95%	Intervalo de confianza a	Inferio	0,	-
			r	673	0,472
			Superi or	907	0,
279	606				
GSS	Correlación de Pearson	810**	0,	0	
	Sig. (bilateral)	000	0,	0	
	Simula ción de muestreo ^c	Error estándar	053	0,	0
	95%	Intervalo de confianza a	Inferio	0,	-
			r	694	0,291
			Superi or	902	0,
216	558				

G0	Correlación de Pearson		0,	0	
			623**	,158	
	Sig. (bilateral)		0,	0	
			000	,254	
	Simulación de muestreo ^c	Simulación	Error estándar	0,	0
				086	,115
Intervalo de confianza a 95%		Inferior	0,	-	
		Superior	0,	0	
		478	0,015		
		804	,446		
GNO	Correlación de Pearson		0,	0	
			587**	,301*	
	Sig. (bilateral)		0,	0	
			000	,027	
	Simulación de muestreo ^c	Simulación	Error estándar	0,	0
				100	,106
Intervalo de confianza a 95%		Inferior	0,	0	
		Superior	0,	0	
		379	,136		
		768	,549		

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La correlación de Pearson y significación se realizó con 54 muestras.

c. Los resultados de la simulación de muestreo se basan en 1000 muestras de simulación de muestreo (bootstrap).

Información obtenida con el programa IBM SPSS Statics versión 23.

Fuente: Elaboración propia

Si consideramos como hipótesis nula, el que no existe relación entre los inputs y outputs, resulta que de acuerdo a la tabla 1 en el caso de la relación entre los *inputs* y la *output* ING, la significación bilateral es menor que 0,01 y 0,05, lo que significa existe una probabilidad cercana a uno de que existe algún grado de relación o asociación entre las *inputs* e ING. Para la relación entre *inputs* y la *output* UTL, el nivel de significancia es mayor que 0,05, excepto en la relación entre GNO y UTL; en consecuencia, no existe relación entre las cinco variables de entrada y la salida UTL. Además la simulación de muestreo basada en *bootstrap* sirvió para determinar si existe incertidumbre en la muestra utilizada, respecto al cálculo del coeficiente de correlación (Caceres et al., 2014; Simar y Wilson, 1998).

En virtud de los resultados de la correlación entre *inputs* y *outputs*, se decidió para el cálculo de la ET trabajar con todas variables de entrada y solamente la variable de salida ING. El cómputo se lo realizó ejecutando los algoritmos para cada uno de los métodos CCR y BCC, obteniéndose los estadísticos descriptivos de la ET promedio que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la eficiencia técnica

Simulación de muestreo^a

Estadístico	Error estándar	Intervalo de confianza
		a 95%

			Inferior	Superior	
ET DEA-CCR	Mínimo	0,31			
	Máximo	1,00			
	Media	0,875	0,020	0,831	0,911
	Desviación estándar	0,151	0,021	0,109	0,187
ET DEA-BCC	Mínimo	0,64			
	Máximo	1,00			
	Media	0,966	0,010	0,943	0,984
	Desviación estándar	0,077	0,015	0,045	0,104
N válido	N	54	0	54	54

* Los resultados de la simulación de muestreo se basan en 1000 muestras de simulación de muestreo.

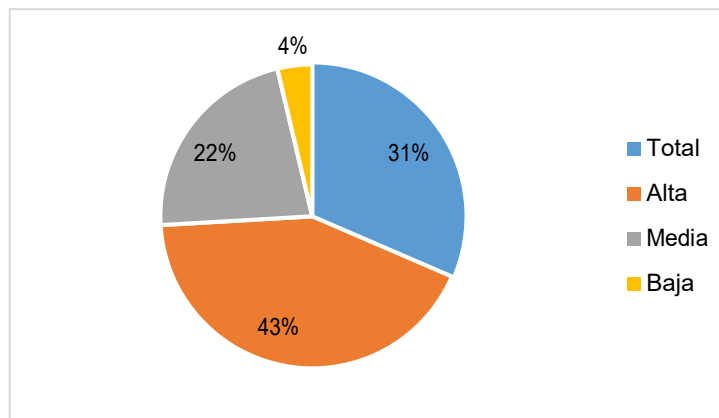
Información obtenida con el programa IBM SPSS Statics versión 23.

Fuente: Elaboración propia

4.1. Resultados con el método DEA-CCR

Con la aplicación del método CCR y siendo los datos de entrada: $n = 54$ MEs, $s=1$ (*output*) y $r=6$ (*inputs*), se obtuvo la ET de las empresas estudiadas que se muestra en el anexo 1, en la que, la eficiencia técnica de las MEs está entre el 31% y 100%, siendo 87,5% el promedio de eficiencia calculada para todo el sector con una desviación estándar del 15,1%. Se determinó que el error estándar para la media de la eficiencia es 2% e intervalos de confianza entre el 83,1% y 91,1%. La clasificación de las compañías por categoría de eficiencia se muestra en la figura 2.

Figura 2. Grado de eficiencia técnica de las MEs de Quito (Método CCR).

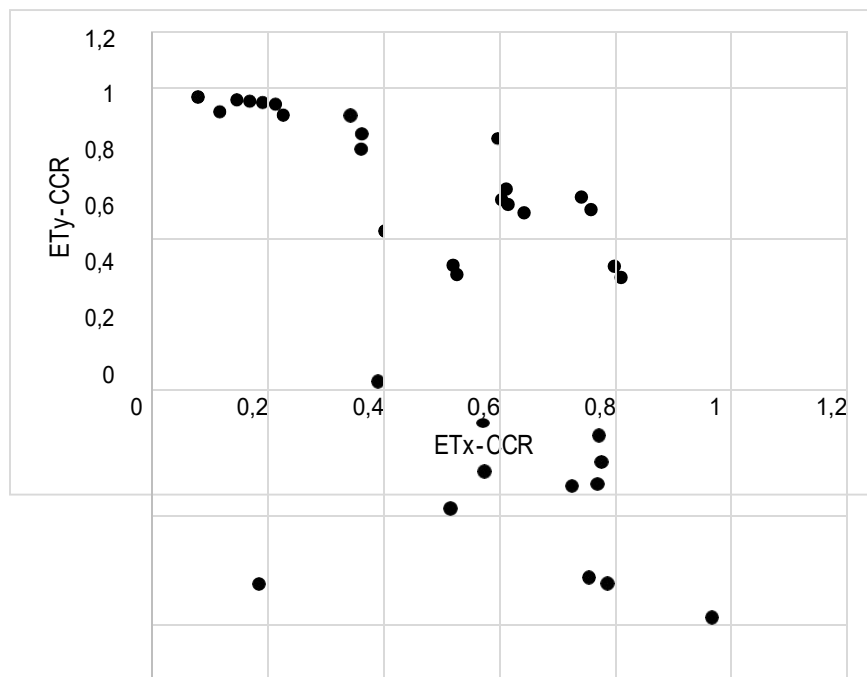


Fuente: Elaboración propia

Según la figura 2, el 31% de MEs es totalmente eficiente y apenas el 4% de compañías tiene un índice de ET baja. Además, el 67% de compañías está trabajando con índices de eficiencia superiores al promedio del sector, tal como se evidencia en el anexo 1. Según Sueyoshi y Goto (2018), las ecuaciones de programación lineal para el cálculo de la ET corresponden a obtener medidas radiales. Es por ello que, el índice de ET de cada una de las compañías se ha graficado en los ejes horizontal y vertical como se muestran en la figura 3, permitiendo visualizar la frontera eficiente que está constituida por el 31% de empresas cuya

ET es la unidad.

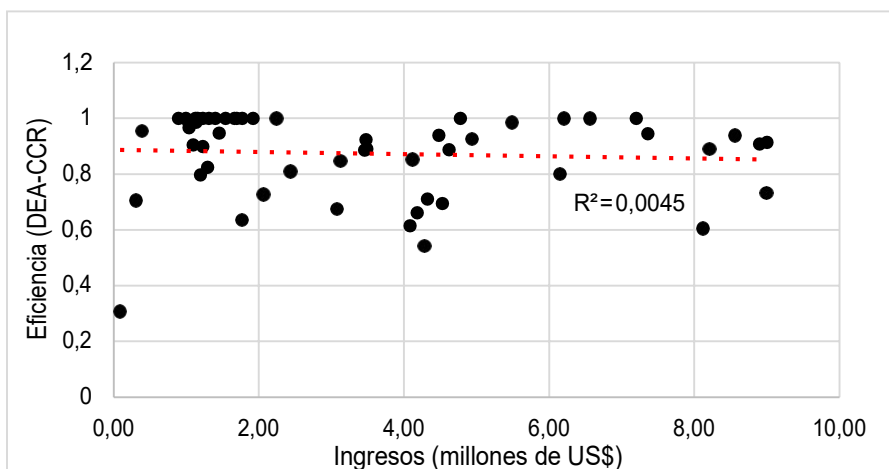
Figura 3. Frontera de eficiencia técnica de las MEs (Método CCR).



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, según Caceres et al. (2014) y Rakhshan et al. (2016), una de las ventajas de la técnica DEA es la facilidad de explicar el valor de la ET a partir de las variables de entrada o salida. En la figura 4 se vinculó a la eficiencia con los ingresos y se puede apreciar que casi no existe correspondencia entre ellos; el coeficiente de determinación R^2 es 0,0045.

Figura 4. Relación entre la ET y los ingresos (Método CCR).

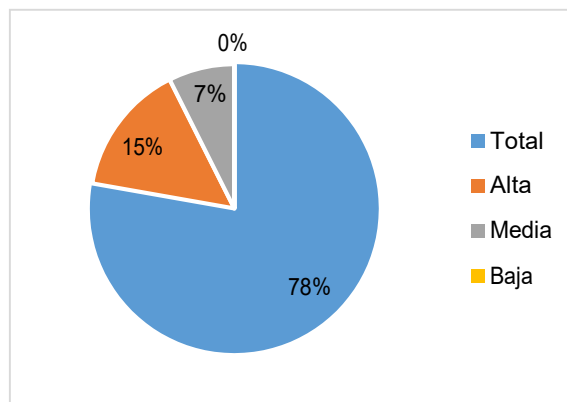


Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultados con el método DEA-BCC

Con la aplicación del método BCC y siendo los datos de entrada: $n = 54$ MEs, $s=1$ (*output*) y $r=6$ (*inputs*), se obtuvo la ET de las MEs que se indican en el anexo 2. La ET de las MEs, que se muestra en el anexo 1. La ET está entre el 64% y 100%, siendo 96,6% el promedio de eficiencia calculada para todo el sector empresarial con una desviación estándar del 7,7%. Además, el error estándar para la media es 1,5% e intervalos de confianza entre el 94,3% y 98,4%. La clasificación de las empresas por categoría de eficiencia se indica en la figura 5.

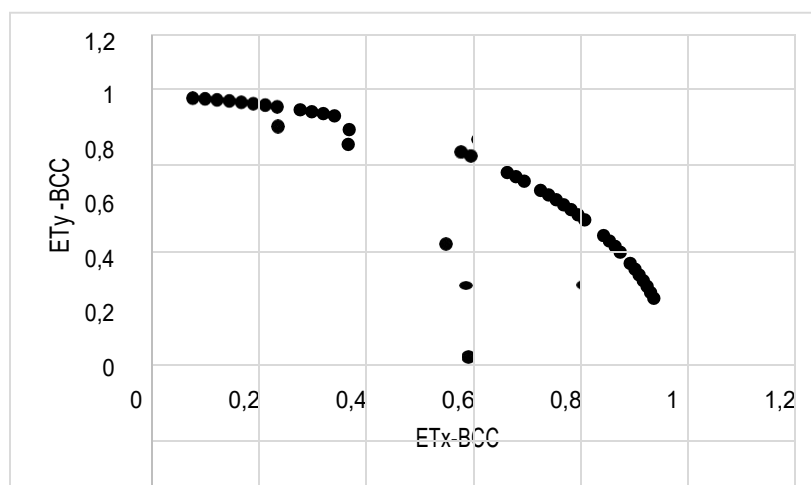
Figura 5. Grado de eficiencia técnica de las MEs (Método BCC).



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 5, el 78% de MEs de la industria de la manufactura opera con la máxima ET y no existen compañías con índices de eficiencia baja. Adicionalmente, el 80% de compañías está trabajando con índices superiores al promedio del sector, información que se obtiene del anexo 1. De forma similar al procedimiento realizado en el caso CCR, los índices de ET se muestran en la figura 6, donde la frontera eficiente está constituida por el 78% de MEs que tienen ET igual a uno.

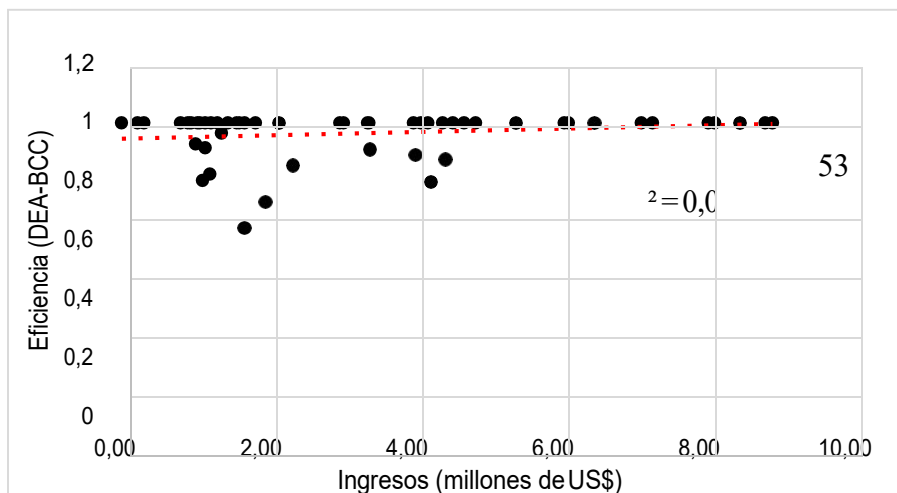
Figura 6. Frontera de eficiencia técnica de las MEs (Método BCC).



Fuente: Elaboración propia

También en este caso se calculó la relación entre la ET y los ingresos, tal como se muestra en la figura 7. Se puede visualizar que existe muy poca relación entre ellos; el coeficiente de determinación R^2 es 0,0353.

Figura 7. Relación entre la ET y los ingresos (Método BCC).



Fuente: Elaboración propia

5. Discusión y conclusiones

Los estudios de la eficiencia técnica u operativa de las organizaciones han venido en aumento, los mismos que han encontrado en el método DEA una técnica muy adecuada para analizar el uso óptimo de recursos y capacidades, dada la variedad de datos que poseen diversos tipos de organizaciones (Buitrago et al., 2017; López et al., 2007; Othman et al., 2016; Rakhshan et al., 2016).

Este estudio giró en torno al cálculo de la eficiencia técnica, frontera eficiente y eficiencia de escala de las medianas empresas del sector de manufactura de Quito, para ello, se utilizó como variables las cuentas de la información financiera del Balance y Estados de Resultados del año 2017. En la determinación de las variables, se realizó una prueba de hipótesis en la correlación bivariada entre *inputs* y *outputs*, hallándose que los *inputs*: activos corrientes, activos no corrientes, costo de ventas, gastos en sueldos y salarios, gastos operacionales y gastos no operacionales estaban mejor relacionadas estadísticamente con la *output* ingresos.

Ya que el método *bootstrap* puede proporcionar a través del re-muestreo resultados más precisos en el cálculo de la ET a través del DEA (Tsolas, 2011; Yijia, Guoliang y Ziyong, 2015), fue posible determinar la ET en un rango específico, tomado en cuenta de esta manera las incertidumbres que rodean a las estimaciones puntuales del DEA. En tal virtud se encontró que, las MEs de manufactura operan con una eficiencia promedio entre el 83,1% y 91,1% para RCE; y entre 94,3% y 98,4% para RVE; en ambos casos con un 95% de nivel de confianza.

Además, en el caso de RCE el 67% de compañías trabaja eficiencias superiores al promedio del sector, mientras que en el caso de RVE, representan el 80%. Estos resultados permiten demostrar el alto grado de uso de la capacidad instalada que tienen las industrias de manufactura, lo que les permitirá impulsar procesos para mejorar su productividad, ya que según Jaime y Luque (2016), si bien una empresa puede ser técnicamente eficiente todavía

podría ser capaz de mejorar su productividad al explorar economías de escala.

Se concluye también que, en las MEs de manufactura no existe relación entre los ingresos que percibe una compañía y su eficiencia técnica u operativa, situación que coincide con estudios realizados al sector comercial (Ibujés y Morales, 2018). La razón consiste en que, los ingresos y la ET miden diferentes aspectos. Por un lado, los ingresos miden la capacidad de vender productos a partir de los recursos disponibles; y por otro, la eficiencia DEA mide la capacidad para generar productos a partir de esos recursos disponibles.

Los resultados de la investigación pueden orientar sobre las acciones a ejecutar en cada una de las empresas estudiadas y proponer oportunidades de mejora en forma individual y colectiva para todo el sector industrial. Lo que da pie para proponer como una línea de futura investigación, la evaluación de la eficiencia en otros sectores de la economía, los mismos que además podrían ser estudios longitudinales y permitirían a las empresas ecuatorianas tener un conocimiento histórico del uso de la capacidad instalada y establecer estrategias que les permitan en el futuro tener un impacto positivo en la mejora de su nivel de productividad y competitividad local e internacional.

6. Referencias

- Álvarez, A. (2001). Concepto y medición de la eficiencia productiva. En *La medición de la eficiencia y la productividad* (pp. 17–34). Madrid: Ediciones Pirámide Grupo Anaya S.A.
- Álvarez Pinilla, A. (2013). La medición de la eficiencia y la productividad. *Economía Y Empresa*.
- Andersen, P. y Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261–1264. <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Arzubi, A. y Berceel, J. (2002). Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Investigación agraria. Producción y sanidad animales*, 17(1–2), 103–124. <https://doi.org/10.1177/0162353215592501>
- Banker, R. D., Charnes, A. y Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Buitrago, O., Espitia, A. y García, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 147–173. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21830/19006586.84>
- Caceres, H., Kristjanpoller, W. y Tabilo, J. (2014). Análisis de la eficiencia técnica y su relación con los resultados de la evaluación de desempeño en una Universidad chilena. *Innovar*, 24(54), 199–217. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n54.46720>
- Cachanosky, I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, IX(2), 51–80.
- Castells, M. (1996). La era de la información. *Economía sociedad y cultura*, 1, 1–29.
- Charnes, A., Cooper, W. W. y Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Cook, W. y Seiford, L. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cordero, J. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España*. <https://doi.org/978-84-7723-818-8>
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253–290. Goñi, S. (1998). El Análisis Envolvente de Datos como sistema de evaluación de la eficiencia de las organizaciones del sector público: Aplicación en equipos de atención primaria. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, XXVII(97), 979–1004.
- González-Araya, M. y Valdés, N. (2009). Método de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA. *Ingeniería Industrial*, 2(8), 45–56.
- Ibujés, J. y Morales, E. (2018). Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito. En *XIV Foro Internacional del Emprendedor* (pp. 166–182). Cuenca: Universidad del Azuay.

- Jaime, J. A. y Luque, P. (2016). Formulaciones en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos. Recuperado a partir de https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/AlbertoJaime_Jaime_TFG.pdf?sequence=1
- López, J., Fernández, S. y Morales, M. (2007). Aplicación de la técnica DEA (Data Envelopment Analysis) en la determinación de eficiencia de centros de costos de producción. *Scientia et Technica*, (37), 395–400.
- Othman, F., Mohd-zamil, N., Abdul, S., Vakilbashi, A. y Mokhber, M. (2016). Data Envelopment Analysis : A Tool of Measuring Efficiency in Banking Sector. *International Journal of Economics and Financial*, 6(3), 911–916.
- Ott, L. y Longnecker, M. (2016). *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh). Boston.
- Pérez, C. (2010). *Técnicas de muestreo estadístico*. (I. Publicaciones, Ed.) (1.a). Madrid.
- Rakhshan, F., Alirezace, M., Modirii, M. y Iranmanesh, M. (2016). An insight into the model structures applied in DEA-based bank branch efficiency measurements. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 9(2), 38–53.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to Data Envelopment Analysis*. SAGE Publications (1a ed.). London.
- Rubiera, F., Quindós, M. del P. y Vicente, M. R. (2003). Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias. *Rect*, (1), 21.
- Sánchez de Pedro, E. A. (2013). *Nivel de competitividad y eficiencia de la producción ganadera*.
- Santos, J., Negas, E. y Cavique, L. (2013). Introduction to Data Envelopment Analysis. En *Efficiency Measures in the Agricultural Sector* (1a ed., p. 16). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5739-4>
- Schuschny, A. (2007). *Método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. CEPAL Serie estudios estadísticos prospectivos. Recuperado a partir de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/28668/LCL2657e.pdf>
- Serrano-Cinca, C., Fuertes-Callén, Y. y Mar-Molinero, C. (2005). Measuring DEA efficiency in Internet companies. *Decision Support Systems*, 38, 557–573. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2003.08.004>
- Sherman, D. y Zhu, J. (2006). *Service Productivity Management. Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)*. (Springer, Ed.) (1a ed.). New York.
- Shiuh-Nan, H., Hsuan-shih, L. y Zhu, J. (2016). *Handbook of Operations Analytics Using Data Envelopment Analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7705-2>
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2010). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779–802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>
- Simar, L. y Wilson, P. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1), 49–61. <https://doi.org/10.1287/mnsc.44.1.49>
- Soares, A., Silva, N., Pinheiro de Sousa, E. y Moquete, S. (2017). Eficiencia técnica y de escala de la producción de sisal en el estado de Bahía (Brasil). *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 44(81), 39–65. <https://doi.org/10.21678/apuntes.81.805>
- Sueyoshi, T. y Goto, M. (2018). *Environmental Assessment on Energy and Sustainability by Data Envelopment Analysis* (1a ed.). Oxford: John Wiley & Sons Ltd.
- SUPERCIAS. (2017). SUPERCIAS. Ranking empresarial 2016. Recuperado el 15 de mayo de 2018, a partir de <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- SUPERCIAS. (2018). Sistema Portal de Información Superintendencia de Compañías. Recuperado el 22 de julio de 2018, a partir de https://appscvs.supercias.gob.ec/portaldedocumentos/consulta_cia_menu.zul
- Tofallis, C. (2001). Combining two approaches to efficiency assessment. *Journal of the Operational Research Society*, 52(11), 1225–1231. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601231>
- Tsolas, I. E. (2011). Performance assessment of mining operations using nonparametric production analysis : A bootstrapping approach in DEA. *Resources Policy*, 36(2), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2010.10.003>
- Yijia, C., Guoliang, H. y Ziyong, Y. (2015). Estimating regional coal resource efficiency in China using three-stage DEA and bootstrap DEA models. *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(5), 861–864. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2015.07.024>

7. Anexo

Tabla3. Eficiencia técnica, de escala y rendimientos de las MEs de manufactura.

DMU	ET DEA		EE	RE	DMU	ET DEA		EE	RE
	CCR	BCC				CCR	BCC		
ME1	1.00	1.00	1.00	Constante	ME28	0.80	0.80	0.99	Creciente
ME2	0.61	1.00	0.61	Creciente	ME29	0.85	1.00	0.85	Creciente
ME3	0.61	1.00	0.61	Creciente	ME30	0.94	1.00	0.94	Creciente
ME4	0.93	1.00	0.93	Creciente	ME31	0.73	0.73	0.99	Creciente
ME5	0.95	1.00	0.95	Creciente	ME32	1.00	1.00	1.00	Constante
ME6	0.73	1.00	0.73	Creciente	ME33	1.00	1.00	1.00	Constante
ME7	0.91	1.00	0.91	Creciente	ME34	1.00	1.00	1.00	Constante
ME8	0.71	0.80	0.89	Creciente	ME35	0.99	1.00	0.99	Creciente
ME9	0.91	1.00	0.91	Creciente	ME36	1.00	1.00	1.00	Constante
ME10	1.00	1.00	1.00	Constante	ME37	0.99	1.00	0.99	Creciente
ME11	1.00	1.00	1.00	Constante	ME38	1.00	1.00	1.00	Constante
ME12	0.54	1.00	0.54	Creciente	ME39	0.90	0.92	0.98	Creciente
ME13	0.89	0.91	0.98	Creciente	ME40	0.95	0.96	0.98	Creciente
ME14	0.85	0.89	0.96	Creciente	ME41	0.82	0.83	1.00	Creciente
ME15	0.66	1.00	0.66	Creciente	ME42	1.00	1.00	1.00	Constante
ME16	0.94	1.00	0.94	Creciente	ME43	0.71	1.00	0.71	Creciente
ME17	0.68	1.00	0.68	Creciente	ME44	1.00	1.00	1.00	Constante
ME18	0.99	1.00	0.99	Creciente	ME45	1.00	1.00	1.00	Constante
ME19	0.80	1.00	0.80	Creciente	ME46	0.91	0.93	0.98	Creciente
ME20	1.00	1.00	1.00	Constante	ME47	0.97	1.00	0.97	Creciente
ME21	0.89	1.00	0.89	Creciente	ME48	1.00	1.00	1.00	Constante
ME22	0.70	0.88	0.79	Creciente	ME49	1.00	1.00	1.00	Constante
ME23	0.89	1.00	0.89	Creciente	ME50	1.00	1.00	1.00	Constante
ME24	0.89	1.00	0.89	Creciente	ME51	1.00	1.00	1.00	Constante
ME25	0.92	1.00	0.92	Creciente	ME52	0.95	1.00	0.95	Creciente
ME26	0.64	0.64	0.99	Creciente	ME53	0.31	1.00	0.31	Creciente
ME27	0.81	0.86	0.95	Creciente	ME54	1.00	1.00	1.00	Constante

EE: Eficiencia de escala; RE: Rendimiento de escala.

Fuente: Elaboración propia

Analysis of technology services growth: an innovation capabilities approach

Rafael Toassi Crispim

Innovation Research Center (NITEC), Management School, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS),
Brazil

rafael.crispim@ufrgs.br

Fernanda Maciel Reichert, PhD

Innovation Research Center (NITEC), Management School, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS),
Brazil

fernanda.reichert@ufrgs.br

Abstract

Services have been playing a crucial role on world's economy, especially with the widespread usage on ICT throughout business sectors. There is a need for strong dynamic capabilities that drive firms' growth and superior performance. However, innovation studies traditionally have paid attention on manufactured goods and technological advancement, including innovation capabilities theory. Thus, this paper aims to collect empirical evidence of what sustains technology service firms' growth and how innovation capabilities impact firm's performance. Two technology service firms were selected for a case study. They are small firms and operate in an emerging country. To evaluate these firms we used an innovation capabilities model (Zawislak et al., 2012) based on four capabilities: development (DC), operations (OC), management (MC) and transaction (TC). It became clear that "development areas" of these firms actually involve a group of activities that are related to OC, which is an ordinary capability. In fact, MC and TC are considered dynamic capabilities and are able to drive service firms growth trajectories, along with DC. In terms of scholar contributions, this paper turns evident the necessity of a service innovation capabilities framework that addresses service innovation specificities. For practitioners, this paper presents insightful information on how to sustain growth on software firms. Superior performance and competitive advantages are essentially enhanced by DC, MC and TC.

Keywords

Service, Innovation capabilities, Firm Growth, High-tech firms.

1. Introduction

In many modern economies, the advance of global competition has moved from capital-intensive towards knowledge-intensive activities as the main promoter of sustainable competitive advantage and improving firm's performance. Not only the creation of knowledge can be a source of value for the firm, but also the capacity of decoding knowledge from the environment influences the ability of solving complex problems. As stated by Godin (2006), knowledge is more quantitatively and qualitatively important than before, whilst applications of information and communication technologies (ICT) are the drivers of the new economy.

Modern economies are in transition as production is increasingly based on knowledge and information which are the new drivers of productivity and economic growth. Corona-

Trevino (2015), for example, shows that developing countries lag behind on high-tech industries of goods production, but also in knowledge-intensive service sectors. Increasing employment rate in service industries are directly correlated to GDP growth for developed countries. Many studies of innovation have focused on the technological aspects of firms, paying special attention to the development or improvement of manufactured products. But, with ICTs being adopted and transforming businesses and customers behaviors, service industries have never been in most evidence before. Innovation, at the convergence of technology, economy and socio-institutional context, is essentially dynamic and, in it, the basic concept is that of a trajectory or paradigm which represents the rhythm and the direction of change in a given technology (Perez, 2010). Technology services thus contribute for economic development and better life standards, being even more relevant on the case of developing countries.

However, there is little information about the details of the innovation capabilities of firms in service industries in order to define what stimulates or limits its growth on the long run. In addition, as knowledge economy rises, there is a lack of studies covering innovation in services and also what are the different drivers of competitive advantage that not only technical capabilities. As we discuss further, there are other capabilities that contribute for growth and thrive of services on the market. Also, little is known about the strategies adopted by technology service firms in developing countries for sustaining growth and competitiveness.

Thus, the aim of this paper is to identify how firms in service industries sustain growth and which strategies they employ to achieve it. To further explore the subject, two technology service firms located in Brazil were selected for exploratory study, which results are described as follows.

It became clear that there is a misleading understanding of the conceptualization of some activities performed in such firms, especially those that involve operations. Also, we provide empirical data on the importance of non-technical capabilities as drivers of technology service firms growth. Finally, we discuss the influence of customers on constraining resource allocation and operations management.

In terms of implications for the literature of service innovation, we argue that a complete service innovation capabilities model should take into consideration those aspects mentioned above. For practitioners, we provide key strategic insights. New features of a software are actually part of firm's operations, thus an ordinary capability. Marketing and management can act as growth drivers, but on a limited rate because of its only incremental role on innovation. The lack of development capabilities for creating new deliveries for customers may constrain firm's growth on the long run.

This paper is structured as follows. Our discussion begins presenting innovation as a growth enabler and its specificities in service studies. Also, we argue that there are other growth mechanism rather than technological advancements. We explain this by the lens of an innovation capabilities framework (Zawislak, Alves, Tello-Gamarra, Barbieux, & Reichert, 2012). Then, we explain the research methodology that gives rise to this article and the firms searched. In sequence, section 4 presents the results found. Section 5 addresses the discussion of the main findings of this research, as well as the implications and limitations of this paper.

2. Literature review

2.1. *Innovation as growth enabler of firms*

Innovation is the engine of economic development (Schumpeter, 1934) at a national level, but also permits competitiveness at a firm level. Innovative firms are able to deliver value-added solutions into the market, which in turn enables Schumpeterian Profits. The undeniable importance of innovation for contemporary companies justifies the increasing interest that researchers are taking in it (Becheikh, Landry & Amara, 2006). In this sense, innovation as means for the firm's success and survival is an issue that has already been taken for granted in the academic discourse, with most research on innovation being focused on product and processes technological innovations (Zawislak, Tello-Gamarra, Alves, Barbieux, & Reichert, 2014).

Because of the current pace of market changes, firms need to constantly create and leverage new technologies into the market, generally called radical innovation. This kind of innovation are "projects whose objectives are to create new to the world offerings and, concomitantly, whole new lines of business for companies" (O'Connor & Mcdermott, 2004, p. 11). But "once a new technological paradigm has become established, an organization's attention tends to shift to the sorts of incremental and modular innovations which drive performance and cost improvement within that paradigm" (Christensen & Rosenbloom, 1995, p. 236). It is important to recognize, though, that radical and incremental innovation are both means of firm's performance improvements and growth.

However, "to remain successful over long periods, managers and organizations must be ambidextrous – able to implement both incremental and revolutionary change" (Tushman & O'Reilly, 1996, p. 8). Following the familiar S-curve (Foster, 1986; Utterback, 1994), incumbent firms must stretch its incremental innovations while still profit from increasing returns, and launch new offerings as the returns start to decrease. Frequently, new firms tend to entry market with totally radical innovations. "These phenomena support the widespread observation that technical progress is largely path dependent – that established firms are more likely to search in zones that are closely related to their existing skills and technologies" (Christensen & Rosenbloom, 1995, p. 237) and which do not require such capabilities to be exercised. For that reason, incumbent firms are likely to lag in the development of technologies. Such innovative processes are complex because their value and application are uncertain, according to the criteria used by incumbent firms (Christensen & Rosenbloom, 1995). Chandy & Tellis (2000, p. 3) explain: "the theory of S-curves suggests three reasons incumbents may be reluctant to introduce radical innovations: perceived incentives, organizational filters, and organizational routines".

2.2. *Innovation in services*

The literature of innovation have been developed around firms on manufacturing industrial sectors (Sundbo, 1997). Innovation studies focus on product (i.e. goods) and process (i.e. production systems) innovation, largely ignoring service innovation and its inherent opportunities. This narrow focus stems from a traditional view of services as activities with low innovative frequency, and the product-centric orientation of the innovation literature that reflects a setting in which manufacturing was the primary economic driver. However, in

developed economies, the service sector now dominates their gross domestic products, and its share continues to grow (Carlborg, Kindström, & Kowalkowski, 2014). While these businesses are unified in their characteristics of being knowledge- (rather than capital-) intensive, they have differences in both their propensity to innovate (as conventionally measured), and with differences in their approach to innovation (Pina & Tether, 2016).

One of the major features of service activities is undoubtedly the fact that the technologies involved usually take the form of knowledge and skills embodied in individuals (or teams) and implemented directly when each transaction occurs, rather than in physical plant or equipment (Gallouj & Weinstein, 1997). Overall, there is a classic product/process dichotomy. Indeed, most of the studies in the service innovation topic relate to the notion that a sharp delineation between the product and the process parts of a service is hardly possible (Droege, Hildebrand, & Forcada, 2009).

In fact, authors argue (Vargo & Lusch, 2004; Nijssen, Hillebrand, Vermeulen, Ron, Kemp, 2006) that this difficulty to differentiate product and process is due to services specificities. Production and consumption occur simultaneously during a service provision, giving rise to the characteristics of intangibility, heterogeneity, inseparability, and perishability (Lovelock & Gummesson, 2004; Moeller, 2010). This characteristics suggest that service innovation “means more than simply being consumer oriented; it means collaborating with and learning from customers and being adaptive to their individual and dynamic needs” (Vargo & Lusch, 2004, p. 6). A service-centered innovation perspective implies that value is defined by and co-created with the consumer rather than embedded in output.

Den Hertog (2000) proposes mapping innovation in services according to a multidimensional model which takes into account the interrelated nature of innovation in services. His proposition consider more abstract dimensions when analyzing innovation, such as new service concept, new client interface, and new service delivery system. This characteristics will guide innovation and growth trajectories of the firms studied, as we present in the following sections.

2.3. Innovation capabilities

Innovation studies are tied to an evolutionary theory of economic change (Nelson & Winter, 1982). Evolutionary processes have demonstrated remarkable power to advance the capabilities of a firm or a technology and to create effective new ones (Nelson, 1990). There is a shift of understanding of market behavior that is partly the result of a growing awareness that standard neoclassical theory cannot deal adequately with the disequilibrium dynamics involved in the kind of competition one observes in industries or, more broadly, with the processes of economic growth driven by technological change (Nelson & Winter, 2002).

In fact, innovation capabilities are tacit and correlated closely with interior experiences and experimental acquirement, making them the ability to quickly introduce new products and to adopt new processes (Guan & Ma, 2003; Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004). In this sense, some authors become too broad and try to cover different aspects of innovation capabilities when they develop an integrated framework. Also, technological capabilities (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1995) as conceptual roots for innovation capabilities, are not sufficient for leveraging new products and processes. Thus, “innovation may be the result of a complex process and depend on a set of capabilities that, although often dispersed throughout the company’s structure, can still be aligned with its strategic requirements. This set of capabilities form a

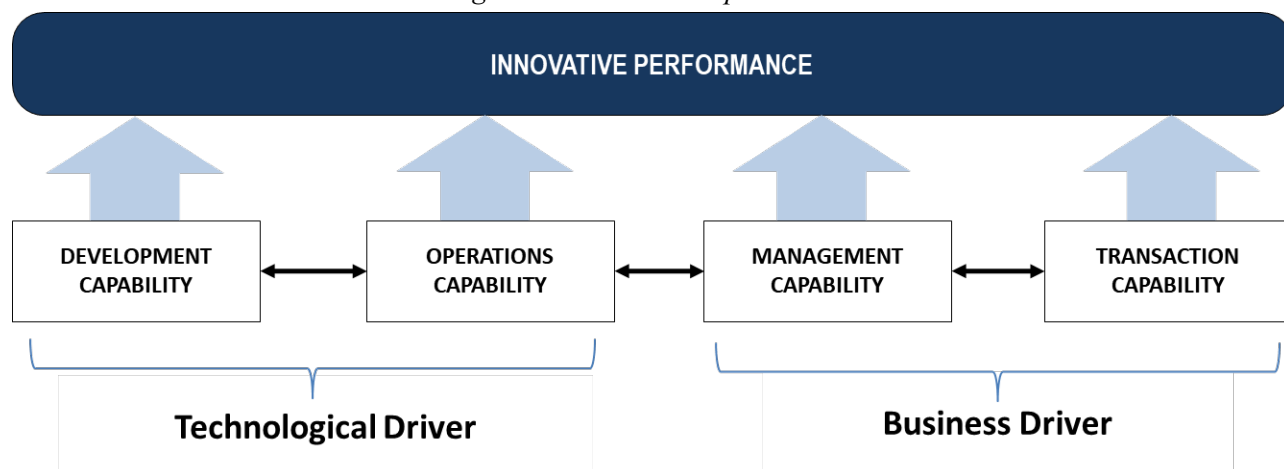
meta-capability known as innovation capability” (Zawislak, Fracasso, & Tello-Gamarra, 2018, p. 192).

Although many innovation studies are focused on technological innovations, those in the services are often combined with organizational innovations, in which technologies are only one vector among several others (Sundbo, 1997; Gallouj & Weinstein, 1997). It is the same argument used by Zawislak et al. (2012), when they define their innovation capabilities. In their words, “the innovation capability can be seen as an overall capability encompassing the ability to absorb, to adapt and to transform a given technology into specific management, operations and transaction routines that can lead one firm to Schumpeterian profits, i.e., innovation” (p. 15). The innovation capabilities model is presented on Figure 1 (Zawislak et al., 2012; Alves, Barbieux, Reichert, Tello- Gamarra, & Zawislak, 2017).

The model was conceived from the understanding that a firm is inserted in an industry environment with a given technology as a technological standard, that is, with elements that give a certain homogeneity to the participants of the market. However, what makes the difference to a firm that stands out despite the others are not those elements that are commonly shared, but precisely what the company can do differently, and this is the arrangement of innovation capabilities of the firm. The settings of different capabilities enables innovation, whether in product, process, management, or marketing. There is a capability for each of these aspects, i.e. development capability (DC), operations capability (OC), management capability (MC), and transactional capability (TC).

The model presented by Zawislak et al. (2012) becomes relevant because of its integration of both organization and firm. It comprehends the necessity of a coordinator-entrepreneur that is able to create new value propositions, leveraging it to fill an unsatisfied market need, but also to organize its resources in an efficient and profitable way. It is that ability that makes a firm capable of constantly change itself to respond to market necessities, which is aligned with Schumpeter’s (1934) seminal definition of innovation, i.e. the introduction of new products, new methods of production, opening new markets, and so on.

Figure 1. Innovation capabilities model



Source: Adapted from Zawislak et al. (2012) and Alves et al. (2017).

Alves et al. (2017) define DC and OC as the technological driver of a firm. They are collectively responsible for offering technical solutions to potential markets and encompass the

capabilities the firm use to decide what to efficiently conduct in-house, and what it will outsource to the market, from both its supplier and clients, for example. Moreover, every firm also needs a business driver (MC and TC) to transport technical solutions to the market (Alves et al., 2017) and organize the resources available in an efficient way on the one hand, and a value creation way on the other. It is the convergence on those capabilities that leads the firm's innovative performance.

It is important to note that Alves et al. (2017) have also identified important characteristics of innovation capability model proposed by Zawislak et al. (2012) when testing the framework empirically. They have found it is not the OC that will differentiate one firm from another. While OC is an ordinary capability, the MC, DC, and TC define the firm's dynamic capabilities (Alves et al., 2017).

As Teece, Pisano and Shuen (1997) proposed: "the term 'dynamic' refers to the capacity to renew competences so as to achieve congruence with the changing business environment; certain innovative responses are required when time-to-market and timing are critical, the rate of technological change is rapid, and the nature of future competition and markets difficult to determine" (p. 515). Similarly, every firm (including those on service industries) has a certain operations level that arises from the selection of competitive priorities to exploit low costs, quality, delivery times, responsiveness, and flexibility. However, while important, OC is not often considered a dynamic capability (Alves et al., 2017).

3. Method

To achieve the aim of understanding growth determinants on service firms, we explore what drives their growth strategies. Case study is our research method because it contributes to the knowledge of individuals, groups and organizations as an empirical investigation of a phenomenon in its real- life context, when the boundaries between phenomenon and context are not evident yet (Yin, 2010).

Thus, two firms were selected for semi-structured interviews. The firms selection followed three requirements. First, they have grown in the last three years, so their strategies for sustaining growth could be evaluated. Second, both firms belong to the technology industry, which, as mentioned before, is a sector based on knowledge applications there are transforming the production of goods and services (Carlborg, Kindström, & Kowalkowski, 2014; Pina & Tether, 2016). These investments in knowledge are characterized by increasing (rather than decreasing) returns, which are key to long-term economic growth (OECD, 1996) on a macro level and for sustainable competitive advantage on micro level. Third, these two companies are typical examples of Brazilian firms, which are characterized by its small size and cost-optimization focus (Reichert, Camboim, & Zawislak, 2015).

Moreover, it is relevant to mention that most studies analyze innovation and growth from the point of view of firms in already prosperous economies, such as Germany (Almus & Nerlinger, 1999), Sweden (Delmar, Davidsson, & Gartner, 2003), or Finland (Kyläheiko, Jantunen, Puumalainen, Saarenketo, & Tuppur, 2011), which present less obstacles to the success of a firm endeavor. Firms in these countries have a high knowledge base, relatively easy access to investments and qualified labor, and so on. Nonetheless, it is also important to evaluate the innovative behavior of technology service firms in a context of high pressure of international competition for software quality, along with little technological capability nationwide, such as an emergent economy in Latin America, which is the case of Brazil.

Interviews were conducted in November 2018 with founders of software firms, which also play C- level roles at their organizations. Each interview followed a questionnaire that considered aspects relative to the context into which the firm is embed (e.g. operating market, customers profile, services offered, organizational structure), innovation process (e.g. how the firms follows technological trends, how innovation is managed), and strategic management (how strategy is defined, which capabilities sustain competitive advantage, growth strategies). The interviews lasted about fifty minutes and were recorded for previous transcription. Information collected was systematized in a way that all interviews could be analyzed jointly. Additionally, to corroborate or complement some information given by interviewees, we analyzed secondary data such as firms’ websites, reports and industry association websites. Table 1 presents a briefly description of the investigated firms.

Table 1. Firm’s description

Characteristics	Firm 1	Firm 2
Interviewee role	Chief Executive Officer	Chief Research Officer
Number of founders and their average age	3 founders; 34	5 founders; 31
Founders gender	3 male	5 male
Founders instruction	1 PhD, 2 masters	4 bachelor, 1 masters
Founders background	Computer science	Information systems and Business
Firm size	Micro	Small
Revenue	R\$ 180k	R\$ 18m
Number of employees	4	160
Number of clients	20	440
Year of foundation	2012	2009
International presence	Canada	Latin America (except Venezuela), Portugal, Angola

Source: The Authors.

Firm 1 is a micro company founded in 2012. They have three founders that met on the university during their undergrad years studying Computer Science. They had worked together on a research laboratory at the university and created the firm in response to an opportunity of developing a software for a large organization. This way, they got into the Education market and run a product targeted to language schools that applies artificial intelligence on students learning process. Besides the partners, they have only one employee and hire freelance developers when a demand peak is up.

Firm 2 is a larger organization than Firm 1. The firm operates since 2009 and they have 160 employees distributed in their own headquarter building and a dedicated sales office located in Sao Paulo. The five founders also met during university period and started the business as a “software house”. After a demand of a client for developing a product that had never been used by him, they decided to put effort on selling the asset they had created. By doing this, they got into the Trade Marketing practice, monitoring routes of field teams and managing point of sales for consumer goods.

In order to achieve a higher precision on the results that follows, the cases were presented and discussed in classes. Also, results obtained from the analysis were thoroughly

reviewed by the researchers during several meetings. Next section addresses all these results, paying special attention on finding determinants of services growth and innovation.

4. Results

The analysis of those two cases of technology service firms draws conclusions about both technical and business capabilities of firms that contribute to a growth trajectory. We use the innovation capabilities model proposed in Zawislak et al. (2012) to guide our perspective of the results. This way, we first describe the insights derived from the technology driver of firm’s capabilities, disjoining a common misconception on the behalf of development in software firms. Next, we verify that service firms business driver (management and transaction capabilities) is actually most relevant for growth. Finally, it became clear that customer interaction is primal to capability building on service firms and is not present on traditional frameworks of innovation capabilities currently on academic literature.

4.1. The development misconception

Services have the inherent characteristic of never being delivered the same because its natural specificity of heterogeneity (Lovelock & Gummesson, 2004). It means that changes on the execution of the service that do not modify its core settings (i.e. incremental innovations) cannot be defined as a “development” activity, as in common R&D vocabulary. In essence, developing new features are not the development of new products, they are part of business operations.

In the case of technology service firms it becomes more evident. Table 2 reinforces this misconception with data provided by the two cases studied. The firms were asked about traditional R&D indicators and all have answered they launch new products every month. Instead, what is actually developed are not new products, but new features that are implemented into their existent product, characterizing them as incremental features of the software. The number of people engaged in R&D activities and the percentage on R&D expenditures are also determined on the assumption that new features are new products development.

Table 2. Firm’s description

Characteristics	Firm 1	Firm 2
Number of employees	4	160
People engaged in R&D	1	22
Number of patents	1	0
R&D expenditure (%)	20	10
New products launched	2 new features per month	20 new features per month
Products in portfolio	7	4
Government grant	Yes	Yes
University spin-off	No	No
Fund raising (incubation, acceleration, angel, seed, series A, series B)	Yes	No

Source: The Authors.

Despite a large amount of software companies nowadays with strong development capabilities and ability to create new solutions for complex problems and disrupting entire markets or business models, traditional tech firms operate on another pace of technological development (Cavusgil & Knight, 2015). Even in a high tech environment and possessing a high tech product, service firms with traditional business models are more likely to keep growing by investing on other capabilities rather than innovating through R&D (Carman & Langeard, 1980). These firms have a “development team” allocated on coding “new” functionalities that only hadn’t been applied before in their product. By doing this, they are able to keep a growth trajectory especially because they are capable of attend current customers immediate needs through increasing peripheral service bundles. In fact, this is what the respondents from both firms explain:

Firm 1: Because we have been receiving a lot of customer demand, it is very difficult to define what will happen in the next two weeks. Regularly we try to release a new version of the app and it is very hard for us to make it from our own ideas. We really have a lot of customer demand. We have not been able to start a new process for a long time. Customer requests are a priority.

Firm 2: We consider innovation everything the customer perceives differently in the product, which does not mean that it will be a great feature. We work on one or two larger features a year. Minor improvements are around twenty a month, for example a button on the screen that exports a report. [...] With the structuring of our Product area we started to look with a more innovative look, really looking at customer problems and analyzing if the solution we had was really the best way to solve them. A more proactive posture. This strategy is very effective for incremental innovation.

In essence, we notice that what firms would define as a development capability (DC), according to Zawislak et al. (2012), actually consists on a group of activities and routines that suit on operations capability (OC). As described by the cases studied, those activities consist on system maintenance, collecting feedback from customers, defining which new features to implement, technological support, bugs correction, and other tasks alike.

Those operations capabilities (OC) are processes that are customer focused, which means these firms do not, necessarily, create the concept of what has to be programmed into the software as functionality. In other words, what is called “innovation process” is, in fact, incremental changes that adapt the existing product to the needs of the clients. Firms manage their resources in order to make the product fit smoothly to customers’ processes.

Actual development capabilities (DC) for technology firms would be the creation of an entire new software, maybe combined with a proprietary hardware as well. An example is the Wide Area Display (WAD), an equipment used in aeronautical industry produced by AEL Sistemas1, a company in Southern Brazil. The WAD is a high resolution widescreen smart system that is capable of receiving multifunction key inputs. It promises to be the main source of all flight information and mission in the cockpit of an aircraft.

These results show light into the fact that firm size is an important variable for consideration in the relation of resource allocation. The smallest the firm, the more dependent of customer’s impositions it is. In that situation, small-sized firms are under pressure of a stakeholder (customers) that impose firms resource allocation and constrains strategic decision making. To change that situation and keep a growth trajectory, firms need to add value on building new capabilities, which require the application of knowledge. This can be done as a result of scope or scale economies (Capar & Kotabe, 2003). For instance, scope economies would be enhancing core product value deliveries, developing new products, acquiring or

partnering with other firms for creating new services, and so on. Larger firms tend to be more independent on their development process. On the other hand, scale economies would be achieved with business model changes, reducing customer contact and customized software development, thus obtaining greater operational performance (Salegna & Fazel, 2013). Such actions tend to shift the dependency relation at the pace of firm's growth.

4.2. Management and marketing as drivers of growth

Especially at the beginning of their operations, technology service firms put a lot of effort and allocate their resources to create the product (technological driver). But growth and how to sustain it is much more related to organizational issues (business driver) in the case of such firms. Innovating in both management capabilities (MC) and transaction capabilities (TC) emerged as the main elements for firms to grow on the short run.

As already posit in the literature, innovations in services do not follow a technological trajectory (Sundbo, 1994, 1997; Gallouj & Weinstein, 1997). The capabilities needed to generate innovations derive from internal management efficiency and external resources access through relationships with other actors in the network (Kindström & Kowalkowski, 2014) and with customers (Kumar, & Reinartz, 2016).

In fact, one of the firms interviewed have mentioned that, in the case of software industry, it is very frequent that the competitors share the same features as other firms in the market. It means that technology (i.e. development capability DC) is not a key driver for growth. The respondent of Firm 2 mentions: ¹I don't see product innovation as the main reason for growth in our case. The product evolves and improves its quality, but you need to have good marketing and sales areas, so that people know you and feel the credibility of your brand. Sometimes you are competing against another player who has more or less the same features, so your issue is your company's brand, the trust you can transmit to customers. You may have the best technology in the world, but if it doesn't solve the problem and you're not selling to anyone, it's useless.

In this sense, management (MC) and transaction (TC) capabilities are also responsible on improving firms' performance. Both firms have mentioned that what really generates competitive advantage for them was management issues, such as culture, strategic planning and performance indicators measurements, or marketing issues, like relationship with clients, networking, branding and sales operations. Firm 1 explains that:

Our main asset is especially the positioning that the brand has, which is an innovative positioning. People see startups very well and the businesses in our segment can't differentiate themselves in the market and prefer to collaborate with a startup to deliver a different product. This is the most constructive view in our case. In addition, our advantage is our network of relationships. Organically, without advertisement and doing nothing, we have had a lot of demand for services. I depend on indications.

Understanding how to coordinate the resources on a scalable way becomes fundamental on fostering technology service firms growth. It is not only about having a strong knowledge of the product and how to deliver it for the client, but more specifically, it is about on how the firm builds their capabilities for creating an internal environment that adapts to market and customer's needs.

¹ More information about the company and its products are available at <http://www.ael.com.br>

It is also important to remember that development areas in technology service firms represent operations capabilities (OC), as mentioned before. Alves et al. (2017) suggest that OC are ordinary capabilities and appears to be the least dynamic of all with non-significant influence over innovation. It means that the development activities for software maintenance stimulates ordinary capabilities and, as mentioned by Teece (2014), they do not necessarily bring long run success for the firm. Thus, for creating sustainable competitive advantages and, the cases studied suggest that focus should be on firms' business driver (MC and TC).

4.3. The role of stakeholders on shaping firm's capabilities

Another topic of discussion that became clear through the analysis of these case studies was the relevance of customer interaction on firm's routines and how it in fact influences strategic choices and capability building. We now shift our analysis to a theoretical aspect, which has also contributions for practitioners on management decision making.

The firms presented in this study have all thoroughly mentioned customer engagement as an essential aspect of product adaptation and incremental innovation. Firm 1 has an informal contact with their clients for ongoing user issues, and its implementation process is totally customized for the customer needs in a hand in hand process. Firm 2, contrarily, has a more formal customer interaction, but still highly frequent. They have formalized processes of customer success management, customer needs recognition and co-creation of new features.

Besides customer interaction, the partnership with other firms to deliver superior services packages is also observable in technology service firms. For instance, Firm 2 has said that they are studying an integration of their software with a well-known Business Intelligence (BI) tool in order to help their clients extract more knowledge through the data they generate. The strategic decision here is whether developing a BI tool from scratch, or partnering with a established firm with a finished product ready to be implemented.

Both situations presented (customer interaction and new deliverables with business partners) are consistent with the service innovation definition by den Hertog, van der Aa and de Jong (2010) that was mentioned earlier. It implies an interactive organization of innovation rather than a linear organization (Djellal, Gallouj, & Miles, 2013), in which knowledge assimilation and codification demand dynamic innovation capabilities for effective internalization.

Thus, we argue that what lacks in a model of innovation capabilities for its application on services is the role of stakeholders in the process of innovation. The frameworks already disseminated in the literature, for instance the proposal of Zawislak et al. (2012), cover well the innovation capabilities for manufactured goods. However, not considering customers and other partners in the model make its applicability difficult for service firms because of the complexity of relations through the process.

Innovation capabilities have been studied widely by scholars (Guan & Ma, 2003; Yam et al., 2004; Wang et al., 2008; Forsman, 2011), but they have the attention paid on the production of new goods or technology-led innovation. We argue that there is still a need for more advanced service innovation capabilities frameworks that cover service specificities², not only because of higher relevance of services in changing market and firm's behavior, but also because it modifies academic approach on innovation studies.

² Den Hertog, van der Aa and de Jong (2010) greatly attempt on relating dynamic innovation capabilities and services into an integrated framework.

5. Conclusions

There is still a need for more investigations on the topic of service innovation and this paper aimed at exploring some of those issues. The cases studied of technology service firms shed light on three important aspects on the topic. First, there is a misconception on practitioners definition of “development”, which we have argued that this group of activities are actually operational routines. Understanding this lead us to our second evidence that management (MC) and transaction (TC) capabilities influence firm growth. Third, traditional innovation capabilities frameworks have emphasized product innovation and we suggest an adaptation that consider service specificities.

When the firm’s output is tuned to what market desires, strong ordinary capabilities may be sufficient for competitive advantage, but only until conditions change (Teece, 2014). In a situation of rapid market rupture and new demands of customers, firms need to adapt their resources and competences in order to be able to keep competitiveness. Strong dynamic capabilities are, therefore, key at firm level for growth sustainability and positive performance on the long run, and this includes firms in service industries.

In terms of managerial implications, practitioners on technology service firms, specially SMBs, have insightful information on how to sustain growth. Organizing the resources in order to keep clients satisfaction with the software functionalities was described as an ordinary capability and do not promote success alone. Superior performance and competitive advantages are enhanced by dynamic capabilities, which are development, management, and transaction capabilities.

The theoretical implications of this study add another group of evidence on the specificities of service innovation and lightens the necessity of a formalized model of service innovation capabilities that drive firms towards higher performance in the market (i.e. Schumpeterian profits). Innovation studies so far have helped understand technological and economics paths, but services represent a more dynamic and complex environment that all firms are embedded in. In our view, propositions for a service innovation capabilities framework comprehend: (1) the role of customers on services development and resource allocation; (2) how firms partner with other players to deliver superior value offerings; and (3) how service firms develop new technologies.

This study is limited by its sample of only two cases studied. Evidently it is not a large enough group of firms that permit assert ideas with precision, but with it we were able to recognize general patterns empirically that were already described theoretically. In addition, another limitation is that all firms have a small size and operate on technology sector, which is a B2B market. Probably service firms whose clients are final consumers behave different and apply other strategies for maintaining growth. Also, the firms studied are located in an emerging country, which may influence strategy adoption according to market’s characteristics. A study with a cross-country sample may suggest other insights.

Because of the nature of the present study, interesting future researches would identify causal relations between the innovation capabilities described for keeping growth and economic performance on a time series. With that information, the dynamism of firm’s change could be verified. Additionally, empirical evaluation of the impact of service innovation capabilities on firm’s performance within different business sectors would generate relevant knowledge to form a general framework that covers service firms specificities.

6. References

- Almus, M., & Nerlinger, E. A. (1999). Growth of new technology-based firms: which factors matter?. *Small Business Economics*, 13(2), 141-154. <https://doi.org/10.1023/A:1008138709724>
- Alves, A. C., Barbicieux, D., Reichert, F. M., Tello-Gamarra, J., & Zawislak, P. A. (2017). Innovation and Dynamic Capabilities of the Firm: Defining an Assessment Model. *Revista de Administração de Empresas*, 57(3), 232–244. <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-759020170304>
- Becheikh, Nizar & Landry, Réjean & Amara, Nabil. (2006). Lessons from Innovation Empirical Studies in the Manufacturing Sector: A Systematic Review of the Literature from 1993-2003. *Technovation*. 26(5-6). 644-664. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.06.016>
- Bell, M., Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. *Trade, Technology and International Competitiveness*. Economic Development Institute of the World Bank, 69-100.
- Carlborg, P., Kindström, D., & Kowalkowski, C. (2014). The evolution of service innovation research : a critical review and synthesis, *The Service Industries Journal*, 34(5), 373-398. <https://doi.org/10.1080/02642069.2013.780044>
- Capar, N., & Kotabe, M. (2003). The relationship between international diversification and performance in service firms. *Journal of International Business Studies*, 34(4), 345-355. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400036>
- Carman, J. M., & Langeard, E. (1980). Growth strategies for service firms. *Strategic Management Journal*, 1(1), 7- 22. <https://doi.org/10.1002/smj.4250010103>
- Cavusgil, S. T., & Knight, G. (2015). The born global firm : An entrepreneurial and capabilities perspective on early and rapid internationalization, *Journal of International Business Studies*, 46(1), 3–16. <https://doi.org/10.1057/jibs.2014.62>
- Chandy, R. K., & Tellis, G. J. (2000). The Incumbent's Curse? Incumbency, Size, and Radical Product Innovation. *Journal of Marketing*, 64(3), 1–17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.64.3.1.18033>
- Christensen, C. M., and Rosenbloom, R. S. (1995). Explaining the attacker's advantage: Technological paradigms, organizational dynamics, and the value network, *Research Policy*, 24(2), 233–257. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(93\)00764-K](https://doi.org/10.1016/0048-7333(93)00764-K)
- Corona-Trevino, L. (2015). Innovation in knowledge intensive business services (KIBS) in Mexico. 2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), 897–904. <http://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273237>
- Damanpour, F & Aravind, D. (2012). Managerial Innovation: Conceptions, Processes, and Antecedents. *Management and Organization Review*, 8(2), 423-454. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8784.2011.00233.x>
- Delmar, F., Davidsson, P., & Gartner, W. B. (2003). Arriving at the high-growth firm. *Journal of Business Venturing*, 18(2), 189-216. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(02\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(02)00080-0)
- den Hertog, P. (2000). Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation, *International Journal of Innovation Management*, 4(4), 491–528. <https://doi.org/10.1142/S136391960000024X>
- den Hertog, P., van der Aa, W., de Jong, M. (2010). Capabilities for managing service innovation: towards a conceptual framework, *Journal of Service Management*, 21(4), 490-514. <https://doi.org/10.1108/09564231011066123>
- Dosi, G. & Nelson, R.R. (1994). An introduction to evolutionary theories in economics, *Journal of Evolutionary Economics*, 4(3), 153–172. <https://doi.org/10.1007/BF01236366>
- Djellal, F., Gallouj, F., & Miles, I. (2013). Two decades of research on innovation in services : Which place for public services, *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 98–117. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2013.06.005>
- Droege, H., Hildebrand, D., Forcada, M. (2009). Innovation in services: present findings, and future pathways. *Journal of Service Management*, 20(2), 131–155. <https://doi.org/10.1108/09564230910952744>
- Forsman, H. (2011). Innovation capacity and innovation development in small enterprises. A comparison between the manufacturing and service sectors. *Research Policy*, 40(5), 739-750. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.003>
- Foster, R. (1986). *Innovation: The Attacker's Advantage*, New York: Summit Books.
- Gallouj, F. and Weinstein, O. (1997). Innovation in services, *Research Policy*, 26(4), 537-556. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00030-9)
- Godin, B. (2006). The knowledge-based economy: Conceptual framework or buzzword? *Journal of*

- Technology Transfer, 31(1), 17–30. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5010-x>
- Guan, J., & Ma, N. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms, *Technovation*, 3(9), 737–747. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00013-5)
- Hidalgo, A. and Albors, J. (2008). Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice, *R&D Management*, 28(2), 113–127. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00503.x>
- Kindström, D., Kowalkowski, C. (2014). Service innovation in product-centric firms: a multidimensional business model perspective. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 29(2), 96-111. <https://doi.org/10.1108/JBIM-08-2013-0165>
- Kumar, V., & Reinartz, W. (2016). Creating enduring customer value. *Journal of Marketing*, 80(6), 36-68. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0414>
- Kyläheiko, K., Jantunen, A., Puumalainen, K., Saarenketo, S., & Tuppur, A. (2011). Innovation and internationalization as growth strategies: The role of technological capabilities and appropriability. *International Business Review*, 20(5), 508-520. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2010.09.004>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165–186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lovelock, C. & Gummesson, E. (2004). Whither Services Marketing? In Search of a New Paradigm and Fresh Perspectives, *Journal of Service Research*, 7(1), 9–20. <https://doi.org/10.1177/1094670504266131>
- Moeller, S. (2010). Characteristics of services – a new approach uncovers their value, *Journal of Services Marketing*, 24(5), 359–368. <https://doi.org/10.1108/08876041011060468>
- Nelson, R. R. (1990). Capitalism as an engine of progress, *Research Policy*, 19(3), 193-214. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(90\)90036-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(90)90036-6)
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (2002). Evolutionary Theorizing in Economics. *Journal of Economic Perspectives*, 16(2), 23–46. <http://doi.org/10.1257/0895330027247>
- Nijssen, E. J., Hillebrand, B., Vermeulen, P., Ron G.M., Kemp, R. (2006). Exploring product and service innovation similarities and differences, *International Journal of Research in Marketing*, 23, 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2006.02.001>
- O'Connor, G. C., & Mcdermott, C. M. (2004). The human side of radical innovation. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(1-2), 11–30. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2003.12.002>
- OECD. (1996). *The Knowledge-Based Economy*, Paris.
- Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185–202. <https://doi.org/10.1093/cje/bep051>
- Pina, K., & Tether, B. S. (2016). Towards understanding variety in knowledge intensive business services by distinguishing their knowledge bases, *Research Policy*, 45, 401–413. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.10.005>
- Reichert, F., Camboim, G. F., & Zawislak, P. A. (2015). Capabilities and innovation trajectories of Brazilian companies. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 16(5), 161-194. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-69712015/administracao.v16n5p161-194>
- Schumpeter, J. A., 1934. *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sundbo, J. (1994). Modulization of service production and a thesis of convergence between service and manufacturing organizations. *Scandinavian Journal of Management*, 10(3), 245-266. [https://doi.org/10.1016/0956-5221\(94\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0956-5221(94)90002-7)
- Sundbo, J. (1997). Management of Innovation in Services, *The Service Industries Journal*, 17(3), 432-455. <https://doi.org/10.1080/02642069700000028>
- Teece, D. J., Pisano, G. and Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Teece, D. J. (2014). The Foundations of Enterprise Performance: Dynamic and Ordinary Capabilities in an (Economic) Theory of Firms. *Academy of Management Perspectives*, 28(4), 328–352. <https://doi.org/10.5465/amp.2013.0116>
- Tushman, M. L., and O'Reilly, C. A. (1996). Ambidextrous Organization: Managing Evolutionary and Revolutionary Change, *California Management Review*, 38(4), 8–30. <https://doi.org/10.2307/41165852>
- Utterback, J. M. (1994). *Mastering the Dynamics of Innovation*, Boston: Harvard Business School Press.

- Vargo, S.L., Lusch, R.F. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing, *Journal of Marketing*, 68(1), 1-17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036>
- Wang, C. H., Lu, I. Y., & Chen, C. B. (2008). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation*, 28(6), 349-363. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.10.007>
- Yam, R. C. M., Guan, J. C., Pun, K. F., Tang, E. P. Y. (2004). An audit of technological innovation capabilities in chinese firms: some empirical findings in Beijing, China, *Research Policy*, 33(8), 1123–1140. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.05.004>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zawislak, P. A., Alves, A. C., Tello-Gamarra, J., Barbicux, D., & Reichert, F. M. (2012). Innovation capability: From technology development to transaction capability. *Journal of Technology Management and Innovation*, 7(2), 14–25. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242012000200002>
- Zawislak, P. A., Gamarra, J. T., Alves, A. C., Barbicux, D., & Reichert, F. M. (2014). The different innovation capabilities of the firm: further remarks upon the Brazilian experience. *Journal of Innovation Economics*, 13(1), 129. <https://doi.org/10.3917/jie.013.0129>
- Zawislak, P. A., Fracasso, E. M., Tello-Gamarra, J. (2018). Technological intensity and innovation capability in industrial firms, *Innovation & Management Review*, 15(2), 189–207. <https://doi.org/10.1108/INMR-04-2018-012>

Diseño de una metodología para el entrenamiento en destrezas de mano de obra en labores de la industria de la construcción utilizando los lineamientos de la filosofía Monozukuri.

Alexandra Edith Ramirez Ibáñez

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Maestría en administración, Colombia, alexandra.ramirez01@gmail.com

Erika Sofía Olaya Escobar

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Unidad de proyectos, Colombia, erika.olaya@escuelaing.edu.co

Carlos Andrés Aguilar

Causa&Efecto, CEO, Colombia, carlos.aguilar@causayefecto.com.co

Hugo Fernando Castro Silva

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de ingeniería industrial, Colombia, Hugofernando.castro@uptc.edu.co

Resumen

La construcción es uno de los sectores que le aporta en mayor medida desarrollo al país, ya que genera un porcentaje significativo de empleo, habiendo participado en el año 2018 con el 6,2% de las personas empleadas en el país, además es un sector que presentó mejoras en el producto interno bruto el cual aumento en 2,8% con respecto al año anterior. Sin embargo, al ser este un sector de uso intensivo de mano de obra en su mayoría con poca capacitación, proporciona que la industria presente falencias en materia de competitividad, de acuerdo a lo establecido en el más reciente informe brindado por el Consejo Privado de Competitividad (CPC), llevando a diferentes países a utilizar procesos tecnificados y aumentar el uso de estructuras prefabricadas que proporcionan mayor agilidad en procesos constructivos. No obstante, estas prácticas tienen un impacto alto en el desplazamiento de mano de obra con las implicaciones de desempleo en una población vulnerable por su baja cualificación. Es por ello, que el presente trabajo propone una metodología basada en los principios fundamentales de MONOZUKURI para entrenar en destrezas a los trabajadores de labores intensivas de mano de obra de la industria de la construcción, teniendo en cuenta los procesos más críticos y seleccionando el personal a capacitar, para que sean entrenados en el proceso que más se ajuste a su perfil, por medio de una prueba piloto que permita evaluar el uso de la metodología.

Palabras clave

Monozukuri, mano de obra, construcción, destrezas.

1. Introducción

A lo largo del tiempo la construcción ha estado presente en el desarrollo de todas las civilizaciones posicionando esta industria como una de las que más moviliza la economía, ya que genera el 6% de empleo total en los países en vía de desarrollo y el 10% en países desarrollados (Rauf Abdullahi, 2014), lo cual contribuye en gran parte a la formación de capital a nivel internacional e impacta de manera directa en el desarrollo de los países ya que es un sector del cual se estima un crecimiento para el año 2020, del 9% en Europa y del 7% en Asia; por otro lado en América Latina se conoce que el sector estará sustentado en su mayoría por construcciones de vivienda e infraestructura vial y de igual forma se espera una alta proyección a futuro pero mucho menor a la presentada en Europa o Asia (CAMACOL, 2016).

El panorama permite apreciar que el ascenso del sector, en América Latina y en especial en Colombia es menor que en países desarrollados, ya que la construcción es un sector que hace uso intensivo de mano de obra y actualmente existen grandes falencias a nivel mundial en cuanto a personal calificado se trata; Sin embargo, mientras que en países desarrollados esta carencia se ha compensado con el aumento de la mecanización de procesos y uso masivo de elementos prefabricados que permiten obtener mejores rendimientos (OIT, 2001), en países como Colombia la inclusión de procesos tecnificados contribuiría a un aumento de desempleo y la economía del país se vería afectada en gran medida, ya que el sector de la construcción es uno de los que le aporta mayor dinamismo, teniendo en cuenta que en el segundo trimestre del año 2018 como rama de actividad económica participó con el 6,2% de las personas empleadas y además el Producto interno bruto en cuanto a construcción, aumentó 2,8% con relación al segundo trimestre de 2017 (DANE, 2018); debido a esto, las obras de infraestructura de todo tipo juegan un papel importante en el desarrollo social del país ya que a través de la construcción es posible dar respuesta a las carencias en materia de desarrollo de la población y por ello es indispensable que los proyectos sean altamente sustentables lo cual implicaría gran mejora y progreso en la calidad de vida de los habitantes donde se impacta con los mismos.

A través de la experiencia se ha logrado determinar cómo los problemas en diseños, procedimientos inapropiados de trabajo, débiles sistemas de control, contratiempos en materia de seguridad y dificultades en el manejo de recurso humano (Serpell, 2002), son algunas de las causas que podrían estar afectando la productividad en las obras de construcción lo que influye de forma directa en el buen cierre de los proyectos ya que al ser este un sector de gran importancia para el desarrollo económico del país es importante que su crecimiento se mantenga sólido en el tiempo.

En los proyectos civiles, se ha hecho necesario tomar acciones correctivas que conduzcan a solucionar cualquier tipo de paralización en el sector, valiéndose de procesos que permitan plantear en primer lugar, el uso de herramientas que contribuyan a la mejora de los métodos poco adecuados de trabajo, los cuales hacen referencia a exceso de personas realizando una labor, mano de obra poco calificada, carencia de interés por implementar alternativas eficientes para la realización de trabajos, baja calidad de los procesos constructivos y falta de aprovechamiento de la experiencia que tiene el personal (Serpell, 2002), por consiguiente como se mencionaba anteriormente las acciones correctivas para el crecimiento en el sector de la construcción podrían evitar el estancamiento del mismo si se entrena en destrezas a los trabajadores y se les enseña una forma más eficiente para realizar sus labores, de modo que esto podría contribuir en gran medida con la disminución de mano de obra poco calificada demostrando de esta forma que la mecanización de procesos no es la única alternativa para hacer más exitosos los proyectos de construcción e incentivando de esta

manera el crecimiento en el sector.

Distintas metodologías se han venido adaptando al sector de la construcción desde la década de los noventa cuando se comenzó con el interés de optimizar los procesos que comprendían esta industria tan variable (Hoyos & Botero Botero, 2018); a través del tiempo se han intentado implementar distintos tipos de herramientas para controlar los rendimientos en cuanto a tiempo y recursos de dicha industria. Es así como en 1992 se abre un nuevo concepto basado en la introducción de los principios *lean* a la construcción, comenzando así a experimentar la forma en la cual la utilización de una metodología que proporciona disminución de reprocesos, mejor distribución de recursos durante el tiempo, disminución de tiempos no contributivos y reducción de la duración total del proyecto (Hoyos & Botero Botero, 2018), podría influir de manera positiva en la productividad de la industria; debido a la practicidad de los métodos bajo estos lineamientos, a través del tiempo y de acuerdo con el análisis de revisión literatura realizado por Luis Fernando Botero y María Fernanda Hoyos se ha logrado determinar cómo desde el año 1996 hasta el año 2016 se publicaron más de 40 artículos acerca del *Last Planer System* el cual es un sistema de control basado en la filosofía *lean* donde Autores como Luis Fernando Alarcón y Glenn Ballard entre otros, se han encargado de investigar acerca de las bondades que podría presentar la aplicación de los principios *lean* en cuanto a las distintas áreas de la construcción, dichos estudios han coincidido en que la aplicación de esta metodología en la industria bajo distintos entornos, proporciona una mejora significativa en la productividad de mano de obra medida como la relación horas hombre reales y presupuestadas lo cual proporciona un gran avance en la planeación de proyectos de construcción (Hoyos & Botero Botero, 2018).

En Colombia se han implementado distintas metodologías, principios o filosofías que prometen mejorar el rendimiento de los proyectos de construcción, y el interés por comprobarlo, ha estado presente en el país incluso desde hace décadas, pues uno de los trabajos de comprobación más significativos en Colombia con respecto a la efectividad de estos métodos tuvo lugar en el año 2002 donde se realizó una prueba piloto la cual consistió en la implementación de un programa de mejoramiento en gestión de la construcción basado en los principios de *Lean Construction* en distintos proyectos de nueve importantes empresas constructoras de la ciudad de Medellín donde los resultados más relevantes que arrojó dicha prueba indican que la metodología implementada favorece el mejoramiento de la productividad en mano de obra y mayor aprovechamiento de la curva de aprendizaje, lo cual se comprobó realizando la medición del trabajo de cuadrillas estables durante varios años, donde fue posible apreciar que se requiere de menos horas hombre empleadas para realizar una labor, a medida que avanzan los proyectos (Botero Botero & Alvarez Villa, 2004).

Si bien, metodologías como la anteriormente expuesta se centran en el aumento de productividad en la industria de construcción por medio de la reducción de pérdidas traducidas en recursos, es posible analizar cómo la mano de obra es un factor que impacta de manera directa el sector y el país ya que de acuerdo con las sugerencias del Consejo Privado de Competitividad (CPC) para aumentar el crecimiento económico y para mejorar la productividad nacional, las industrias deben adoptar mejores prácticas y tecnologías, aumentar en la investigación, innovación y además capacitar la mano de obra (CPC , 2017), lo anterior teniendo en cuenta que se tienen cifras que arrojan que se requiere de 2,6 trabajadores colombianos para producir lo mismo que llegaría a producir un solo trabajador coreano (CPC, 2016); lo cual lleva a pensar que la mano de obra debe ser intervenida de alguna forma, incentivando el uso de metodologías enfocadas en su capacitación con el fin de proporcionar mejoras en cuanto a competitividad no solo de la industria sino del país.

En cuanto a capacitación de mano de obra, actualmente, filosofías orientales como MONOZUKURI se han implementado en el entorno colombiano, mediante escuelas de destreza que se enfocan en desarrollar capacidades específicas a través del entrenamiento en destrezas para labores críticas identificadas y a la medida de cada industria, por medio de entrenamientos de corta duración que permiten al operario realizar labores optimizadas y estandarizadas; entre las empresas que le han apostado a la introducción de esta metodología para determinadas líneas de producción están: Auteco, una ensambladora de motocicletas, quienes implementaron en su proceso de ensamble de motos el entrenamiento en destrezas; Vitro, una empresa encargada de la venta e instalación de vidrio automotriz quienes la implementaron en su proceso de fabricación de vidrio, y Renault-Sofasa, una ensambladora de vehículos quienes han introducido la metodología en áreas tales como: soldadura de punto, pintura, ensamble, logística, calidad y mantenimiento (Causa & Efecto, 2019); quienes en su deseo por disminuir los defectos de calidad y los bajos volúmenes de producción cuando nuevos operarios ingresan a trabajar a sus plantas. Las escuelas de destreza proporcionan beneficios en cuanto a la disminución de curvas de aprendizaje, disminución de defectos de calidad, aumento de la productividad en valores de 20% a 50% y finalmente el entrenamiento se ha visto reflejado en la disminución de accidentes laborales ya que los operarios dentro de su entrenamiento aprenden como seguir las normas de seguridad que mejoran su entorno (Causa & Efecto, 2019).

De acuerdo a las consideraciones anteriores, es evidente reconocer que a pesar, de que metodologías que plantean la mejora de productividad en cualquiera de sus ámbitos son de gran importancia para lograr posicionar a la industria de la construcción como una de las más influyentes, se requiere de manera simultánea la utilización de otras que permitan, no solo medir y controlar las labores sino que se enfoquen en la capacitación del personal como uno de los agentes que permitirán complementar el proceso de mejora de productividad, apuntando hacia una solución que no solo se basa en el estricto control, sino que se enfoca en enseñar a realizar las labores de una manera estandarizada y optimizada.

El presente artículo expone una metodología fundamentada en los lineamientos Monozukuri adaptados al entorno colombiano, denominada Monozukuri-Genba la cual ha sido adaptada a industrias distintas a la construcción, y fue desarrollada por la empresa Causa&Efecto que actualmente imparte la formación en distintas escuelas de destreza para labores específicas de diversas industrias, se exponen además los resultados parciales que su aplicación ha permitido conocer, lo anterior con el fin de justificar su adecuación a la construcción, por lo cual se apreciará como en primera instancia se realizara un recorrido por los antecedentes de la industria, su productividad y desarrollo; posterior a ello se planteará la metodología empleada para llevar a cabo la investigación, seguidamente se dará a conocer la metodología MONOZUKURI-GENBA y finalmente se hará la descripción acerca de los resultados parciales que su aplicación ha permitido conocer.

2. Antecedentes

El control de la productividad es uno de los fines principales de la administración de proyectos ya que si bien lo que busca es llegar a un buen término con los mismos es importante que además de ello se produzca una alta rentabilidad, ésta debida a altas productividades registradas durante el desarrollo de cualquier tipo de proyecto. Ya que el concepto de productividad ha tomado gran importancia a través del tiempo, se ha definido desde diferentes

tipos de enfoques y aunque generalmente se describe a la productividad como la eficiencia con la cual los recursos son administrados para realizar algún producto dentro de un lapso de tiempo determinado y con un estándar de calidad alto (Serpell, 2002), otras de las más importantes definiciones de productividad podrían ser (Cabrera Piatini, Ledezma Elizondo , & Rivera Herrera, 2011):

- Fabricant (1962): “Razón entre producción e insumos.”
- Sumanth (1979): “Razón de la producción tangible entre insumos intangible.”

De las definiciones dadas se puede observar que se coincide en que la productividad no es más que la relación existente entre productos utilizados para crear algo y el producto o resultado obtenido, y ya que esta se encuentra asociada a procesos de transformación en los cuales se insertan los recursos necesarios para producir algún tipo de bien o servicio. En los procesos de construcción los principales recursos utilizados son los materiales, la mano de obra y la maquinaria (Serpell, 2002), los cuales van a estar presentes en todo el proceso de construcción y cumplirán un papel importante para el buen desarrollo del proyecto.

Ya que es necesario el buen uso de los recursos y teniendo en cuenta los mismos, es posible observar cómo existen diversos tipos de productividad que permiten medir qué tan efectivos están siendo los procesos utilizados y cómo estos hacen parte fundamental de la industria permitiendo reconocer que cuando los rendimientos están siendo bajos probablemente se debe a las malas prácticas en los distintos tipos de productividad entre las cuales están (Botero Botero & Alvarez Villa, 2004):

- Productividad de los materiales: está relacionada al buen uso que se hace de los mismos donde lo deseado es evitar al máximo los desperdicios.

- Productividad de mano de obra: mide el desarrollo que tienen dentro del proyecto los trabajadores y para que los participantes del proyecto puedan beneficiarse y lograr una mayor productividad es necesario que en la mano de obra estén presentes tres elementos base (Cabrera Piatini, Ledezma Elizondo , & Rivera Herrera, 2011):

- El obrero debe querer hacer un buen trabajo, es decir, que debe permanecer motivado y satisfecho en su trabajo.

- El obrero debe saber realizar sus funciones de forma adecuada, es decir, que debe capacitarse y entrenarse.

- El obrero debe estar en capacidad de realizar sus labores.

- Productividad de la maquinaria: está relacionada con el buen uso de la maquinaria en cuanto a tiempo, se trata ya que en la mayoría de los casos ésta se adquiere por tiempo.

Los diversos tipos de productividad dentro de un proyecto de construcción en su mayoría son medidos y controlados, con el fin de obtener mejores rentabilidades y así tener proyectos más viables a futuro, es por ello que se hace necesario conocer el tipo de factores que pueden influenciarse para convertirlos en un punto de análisis al momento de realizar las respectivas mediciones. Entre los principales factores que influyen de forma negativa, es posible encontrar (Cabrera Piatini, Ledezma Elizondo , & Rivera Herrera, 2011) :

- A. Errores en diseños y ausencia de aclaración de los mismos.
- B. Modificaciones al diseño una vez ha comenzado el proyecto.
- C. Mala ubicación de los materiales.
- D. Falta de equipos o herramientas en el momento en que se requieren.
- E. Ausencia de supervisión a los trabajadores.
- F. Ausentismo de trabajadores.
- G. Alta rotación de los trabajadores.
- H. Mala organización de las cuadrillas de trabajo.

I. Temperatura o clima adverso.

Es importante además tener en cuenta que los riesgos siempre estarán presentes; Sin embargo, este término hace referencia a que es una incertidumbre que importa y puede afectar un proyecto en forma positiva o negativa y tiene cierta probabilidad de ocurrencia (Gupta, Panchal, Pandya, Parmar, & Vaghela , 2017); a pesar de que existe un sin número de factores que pueden provocar desequilibrios no deseados en las medidas de productividad, existen además otros factores que promueven y mejoran la productividad entre los principales se encuentran (Serpell, 2002):

- A. Capacitación del personal.
- B. Uso de materiales y equipos innovadores.
- C. Empleo de técnicas modernas d planificación.
- D. Programas de motivación personal.
- E. Uso de estudios de tiempos y movimientos, para mejorar la eficiencia.
- F. Optimización del sistema productivo.

Dentro de los factores previamente mencionados se puede observar como la capacitación y métodos de trabajo de mano de obra pueden ser un factor determinante para que los proyectos se puedan llevar a cabo de manera exitosa y ya que las labores manuales realizadas dentro de la industria de la construcción constituyen una parte significativa de los proyectos, sería de importancia crear un método para que las prácticas de trabajo permitan evitar desperdicios. Es importante conocer todos los factores anteriormente mencionados para gestionarlos en la administración de proyectos y así plantear soluciones o prevenir posibles errores o pérdidas para finalmente controlar el tipo de trabajos realizados dentro de los procesos productivos ya que estos se pueden definir como la expresión final o la demostración de la acción de la administración (Serpell, 2002).

La construcción tiene gran influencia en el desarrollo económico del país ya que genera progreso a la sociedad porque da respuesta a las necesidades de la población por medio de implementación de obras de infraestructura y vivienda. Sin embargo, a pesar de la gran importancia del sector este es uno de los que presenta bajo desarrollo en la mayoría de países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad con grandes carencias de efectividad desencadenando en baja competitividad a nivel internacional (CPC , 2017).

El sector de la construcción presenta algunas características que podrían explicar las razones que causan bajos rendimientos, como: aprendizaje limitado, influencia latente de las condiciones climáticas, trabajo bajo presión, incentivos negativos, poca capacitación de la mano de obra, mala relación de trabajo e insuficiente planeación. Éstas han sido analizadas de forma atenta y se ha establecido que es necesario tomar acción con respecto a dichas dificultades y amenazas por las

que atraviesa el gremio ya que es necesario adaptarse a los cambios tan rápidos que se están enfrentando, los cuales podrían reducirse en los siguientes (Botero Botero & Alvarez Villa, 2004):

- Mercados globalizados y por ende más competitivos.
- Proyectos complejos que requieren la aplicación de nuevas tecnologías.
- Altas exigencias de calidad por parte de los patrocinadores de proyecto.
- Reducción de costos y tiempos estipulados para la realización de proyectos.

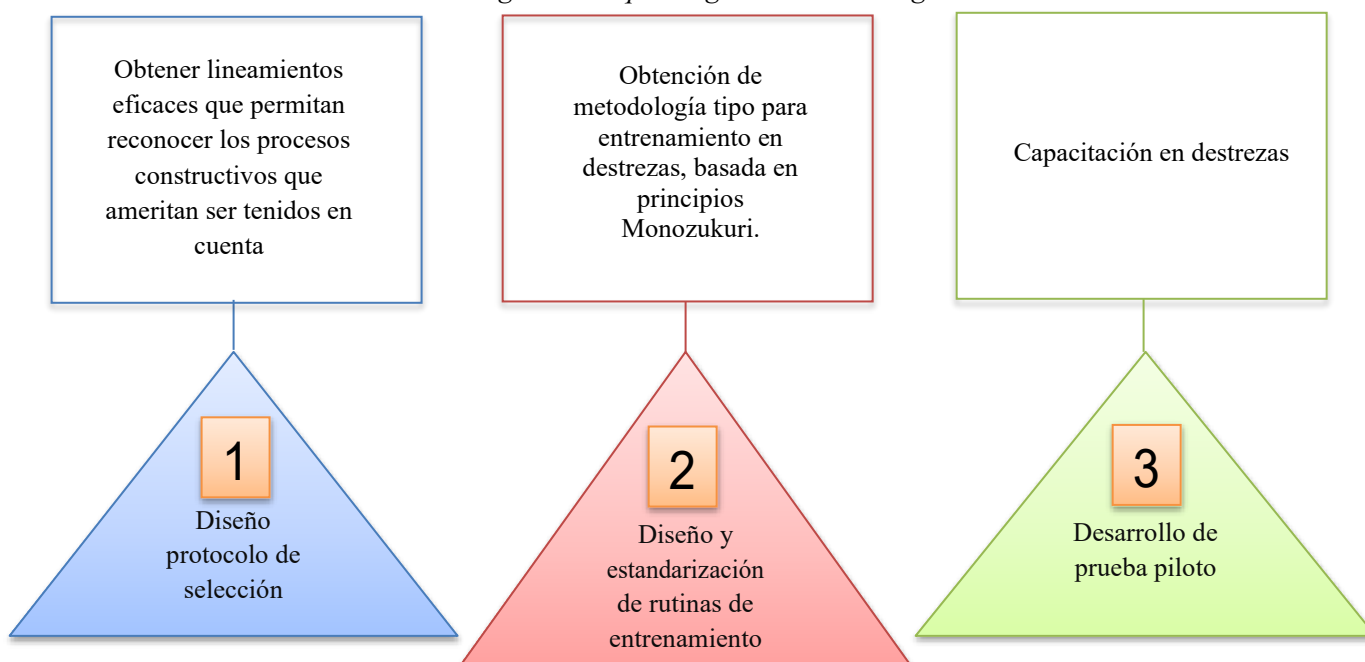
Dado que las características de la construcción son diferentes a otros tipos de producción de las industrias, las soluciones a los problemas y a las exigencias actuales, han tenido que ser abarcadas de manera particular teniendo en cuenta que dicha industria carece de procesos estandarizados y permitiendo observar además que en algunas ocasiones las estrategias usadas

para los procesos industriales no son aplicables a la construcción, pues estos últimos presentan una serie de incertidumbres como procesos artesanales susceptibles de cambios, diversidad en los proyectos e incluso falencias en la elaboración de tareas que implican el uso de mano de obra.

3. Metodología

El desarrollo de la metodología adaptada a la industria de la construcción tomará como base la metodología ya planteada por la empresa Causa&Efecto denominada Monozukuri-Genba, la cual está siendo impartida en escuelas de destreza y ha brindado resultados parciales. Se compone de tres fases expuestas como se puede apreciar en la Figura 1.

Figura 1. Esquema general metodología



Fuente. Elaboración Propia.

3.1. Fase 1. Diseño del protocolo de selección

En esta fase se busca plantear unos principios que permitan identificar el tipo de procesos de la industria de construcción que son susceptibles a verse afectados por la falta de capacitación en cuanto a destrezas del personal. Con el diseño del protocolo de selección de actividades, se espera obtener unos lineamientos eficaces que permitan reconocer los procesos constructivos que ameritan ser tenidos en cuenta ya que generan valor a la obtención de productos finales y que dependen de labores realizadas mediante esfuerzo físico y mental del personal por medio de la clasificación de distintos criterios de importancia dentro del área de construcción que permiten conocer cuáles de los procesos constructivos en los que se utiliza mano de obra influyen de manera significativa en el buen fin de los proyectos de construcción.

3.2. Fase 2. Diseño y estandarización de las rutinas de entrenamiento en destrezas

El diseño y estandarización, hacen referencia a la creación de la metodología basada en los lineamientos de la filosofía MONOZUKURI, para entrenar en destrezas a trabajadores de la industria de construcción que realizan labores específicas. En esta etapa se obtiene una metodología tipo que puede ser utilizada para labores específicas de la industria de construcción y que establece de manera general, la forma adecuada en que los trabajadores mediante el uso de su fuerza física y mental pueden realizar sus labores. La metodología se llevará a cabo partiendo de lineamientos previamente establecidos por la metodología Monozukuri-Genba

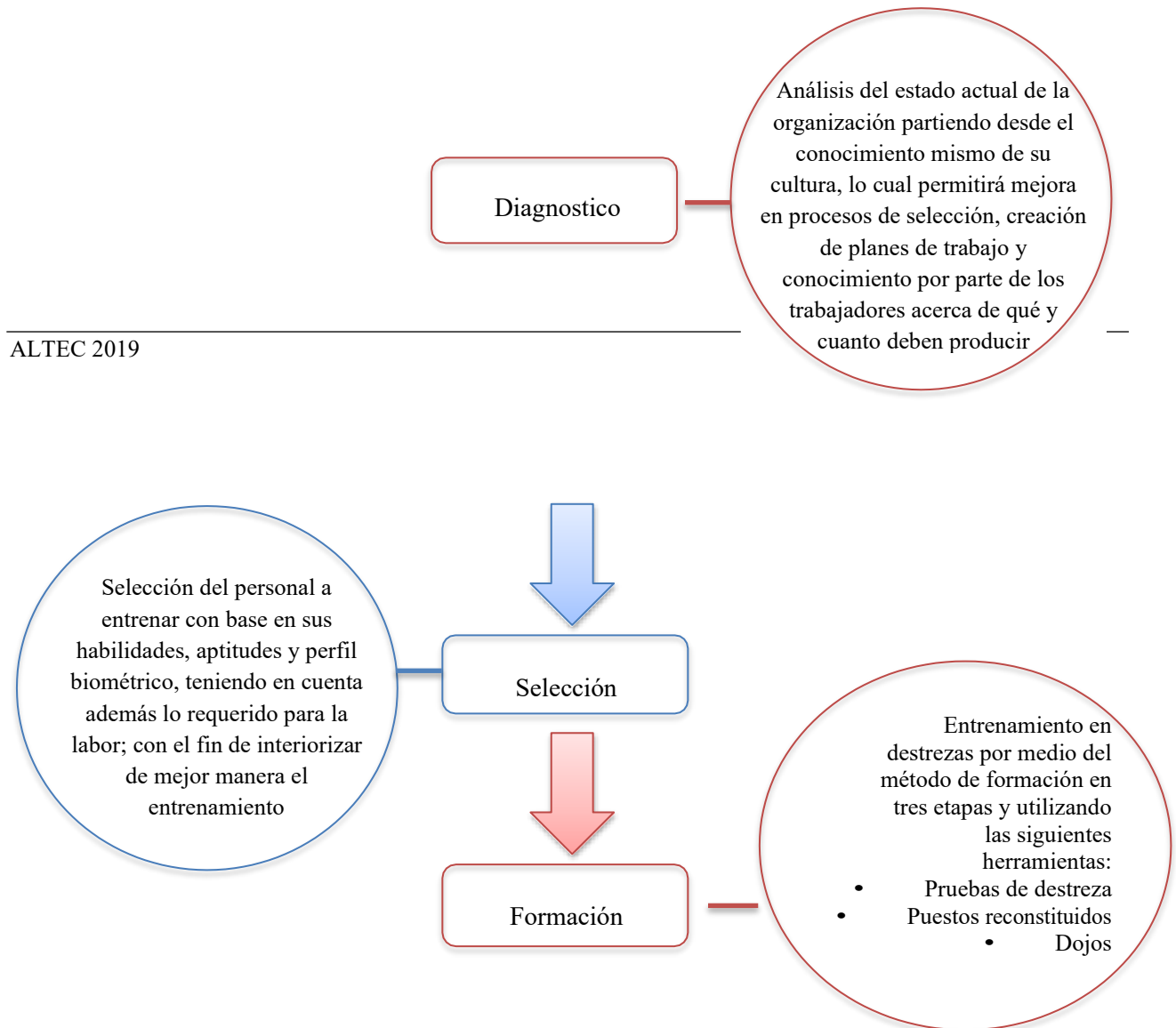
3.3. Fase 3. Desarrollo de una prueba piloto para evaluación del uso de la metodología Monozukuri

En esta fase se pretende realizar un ensayo experimental de la metodología planteada enseñándola a una o más personas y tendrá por fin primordial validar la misma. De la prueba piloto se reconocerán las falencias y bondades que puede presentar el método a establecer.

3.4. Desarrollo metodología Monozukuri

La metodología que se va a preciar en el presente documento, está fundamentada en los lineamientos Monozukuri, la cual ha sido planteada por la empresa Causa&Efecto, dichos lineamientos han sido adaptados al entorno colombiano proporcionando la metodología de entrenamiento en destrezas Monozukuri-Genba basada en el entrenamiento de micro movimientos, lo cual la diferencia de la formación tradicional que se basa en la enseñanza de macro movimientos; la metodología se compone de tres etapas, las cuales se pueden apreciar en la Figura 2.

Figura 2. Etapas metodología monozukuri-Genba



Fuente. Elaboración Propia

3.5. *Diagnostico*

Se basa en el análisis del estado actual de la empresa, partiendo desde el conocimiento mismo de la cultura organizacional lo cual permitirá llegar a comprenderla de manera más completa, mediante la generación de estrategias de mejora de procesos que proporcionen cambios en los protocolos de selección utilizados, creación de planes de trabajo y control en volumen y calidad de producción. La etapa de diagnóstico se divide en cuatro pasos principales los cuales se exponen a continuación:

- Selección de personal: Es el análisis de la forma en la que se esté realizando el proceso de selección del personal en la empresa y si esta se encuentra ligado a la cultura organizacional, se identifican los criterios de importancia para la empresa

también y se identifica que las personas que ya se encuentran laborando se desempeñen en los cargos que más se adapten a sus aptitudes posterior a ello se realizan las sugerencias de corrección a que se tenga lugar y se procede a crear mejoras en protocolos de selección.

- **Ejecución de planes de acción:** Se establece un plan de trabajo en el cual se plantea una ruta a seguir que permita implantar cambios necesarios en los momentos en los cuales se observe un menor volumen de trabajo del personal, para dicho plan de trabajo es necesario establecer de forma clara aquella persona encargada de la labor, y una fecha provisional la cual será ajustada a medida que se van desarrollando las actividades.
- **Disciplina Laboral:** Se establecen herramientas que permitan mantener organización en determinados puestos de trabajo de tal manera que los operarios puedan realizar sus labores de manera más efectiva y eficaz, creando así una disciplina mediante el control constante que garantice el desempeño en ambientes favorables.
- **Controlar Volumen y Calidad:** Consiste proporcionar a los operarios claridad acerca de qué y cuanto deben producir en el día o lo que es lo mismo trazar metas claras, en cuanto a sus labores.

3.6. Selección de Personal

Es notable que cuando se adquiere nuevo personal en las organizaciones o cuando el personal existente no tiene una manera estandarizada de realizar labores, se presentan defectos en calidad, desperdicios de tiempo y materia prima, falta de cumplimiento de metas y aumento en accidentes laborales; es por ello que esta es una de las etapas que amerita ser destacada, pues la selección de personal que se va a entrenar en destrezas, podría ser el instrumento más apropiado para lograr el impacto deseado con la implementación de esta metodología en la industria de la construcción.

Esta etapa consiste en seleccionar a aquellas personas que serán entrenadas en destrezas y con base en sus aptitudes, condiciones biométricas y de concentración se seleccionará la labor que dicha persona realizará teniendo también en cuenta el perfil requerido para desarrollar la misma; algunas de las herramientas que podrían ayudar a realizar dicho proceso de manera efectiva podrían ser test psicotécnicos aplicados a los operarios y análisis de perfil biométrico. El principal resultado de la correcta aplicación de esta etapa consiste en que se apropie de mejor manera el entrenamiento, los movimientos sean ejecutados con mayor naturalidad y exista mayor dominio en el aprendizaje.

3.7. Formación

La etapa de formación comprende la capacitación en destrezas que recibirá el personal seleccionado y esta se estructurara en dos fases; sin embargo, para desarrollar de manera efectiva esta etapa se requiere previamente contar con el personal que cuente con la destreza necesaria para realizar las labores estipuladas, dicho personal ya fue elegido en la etapa anterior y se toma como un requisito para poder seguir adelante con esta etapa; las fases que comprende esta etapa son las siguientes:

- **Implementación de escuela de destreza:** Esta fase parte de la premisa de que el

operario gana destreza realizando su labor mediante la implementación de puestos de destreza, puestos reconstituidos y Dojos, los cuales se utilizan para que los operarios e incluso sus jefes inmediatos se familiaricen con el proceso y entiendan la manera en que están siendo instruidos. El entrenamiento en destreza tendrá una duración máxima de seis horas y para ello será necesario recrear los puestos de trabajo bajo condiciones controladas en los cuales se llevará a cabo la operación y esta se estandarizará sin importar que no se realice de manera adecuada, esto permitirá analizar que movimientos se realizan en la labor y donde los responsables de este proceso serán el operario y su jefe directo que son quienes más conocen la labor.

Una vez se llegue al conocimiento propio de la tarea, es allí cuando se experimenta la mejora valiéndose de los cuatro principios de economía de movimientos los cuales se enuncian como: quitar movimientos inútiles, ejecutar varios movimientos al tiempo, disminución en distancia de movimientos y hacer los movimientos más fáciles; además se deben analizar los “puntos clave” los cuales son movimientos de difícil elaboración y que dependen en gran medida de la destreza del operario, para así continuar con la ejecución de la operación pero introduciendo los cuatro principios enunciados con anterioridad y una vez más detallando la operación de tal manera que la persona que la ejecuta este completamente consciente de cada movimiento que realiza. Finalmente, el proceso estandarizado y mejorado se debe consignar en la hoja de análisis del estándar

En la cual se anota cada etapa de los movimientos y el tiempo que se debe emplear para realizar la labor; este formato deberá servir como guía para los posteriores entrenamientos; si se observa que el tiempo no se cumple debe realizarse un análisis retrospectivo e implementar cambios en el proceso de estandarización.

- Método de formación en tres etapas: Una vez se posea la hoja de análisis del estándar la cual es la guía para la realización de cada labor estudiada, para impartir esta formación a distintos operarios se utiliza el método que consta de tres etapas las cuales se explican a continuación:
- Explicación de la operación (Yo hago): en esta etapa el formador identifica los conocimientos que el operario posee y a partir de ellos le brinda la explicación necesaria para la realización de la tarea, para garantizar la comunicación efectiva el formador deberá realizar preguntas de manera frecuente. El formador realizará el mismo la labor explicando los puntos clave.
- Ejecución de la tarea por parte del operario (Nosotros hacemos): El operario debe decir las etapas de la tarea y los puntos clave a medida que el mismo realiza la labor y el instructor debe corregir cualquier error que surja a fin de que el operario memorice de manera adecuada el proceso; repetir hasta que el operario realice perfectamente la operación.
- Seguimiento posterior a la formación (Tú haces): Consiste en dejar a la persona realizando sola su labor e informarle que será supervisado con una frecuencia determinada.

Finalmente, el método de formación en tres etapas permite tener un control y seguimiento, en el cual, si se observa que algo no marcha bien, podrá realizarse un análisis retrospectivo encontrando así el punto en el cual se está fallando y corregir cada error o falencia que se presente, realizando de nuevo el ciclo e implementando mejoras continuas.

4. Resultados

- Estos resultados se lograron con la implementación de la metodología por parte de la empresa Causa&Efecto, a distintas industrias, enfocadas a ensamble de carros y motos, ensamble de muebles de madera y fabricación de vidrio, donde analizando los resultados de la aplicación de la misma y teniendo en cuenta las características propias de cada entorno se ha podido determinar como la productividad de mano de obra se ve incrementada en porcentajes significativos que oscilan del 20 al 50%.

- Con la aplicación de la metodología, la empresa Causa&Efecto ha evidenciado mejoras en cuanto a disminución de defectos de calidad, es decir que se han evitado los re trabajos, y por ende se han presentado mejoras significativas en cuanto a disminución de accidentes laborales, otro de los beneficios que ha traído la aplicación de esta metodología es la disminución de tiempo que emplean los operarios en realizar una labor lo cual contribuye con la mejora de la curva de aprendizaje y disminución en la cantidad de recursos empleados en la formación del personal operativo.

5. Discusión y Análisis

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se evidencia la importancia del entrenamiento en destrezas para generar mayores rendimientos, disminución de pérdidas y desperdicios en cuanto a materia prima, disminución de productos defectuosos y mejora en las líneas de producción, todo esto valiéndose de su aplicación y adaptación no solo al entorno colombiano sino incluyendo características propias de cada industria; es por ello que se hace necesario plantear una metodología que proporcione el paso a paso de la realización de labores en el sector de la construcción, la cual brinde herramientas que permitan ser utilizadas para el entrenamiento en destrezas de los trabajadores de una industria tan variable esta.

Es posible observar, como la metodología adaptada al entorno colombiano tiene validez con base en su estructuración de manera organizada y específica de acuerdo al sector en el que se aplica, además tiene en cuenta específicamente la organización y su cultura valiéndose del conocimiento de los colaboradores de la misma, para la elaboración de rutinas estandarizadas propias de la empresa, lo cual permite que estas sean acogidas de mejor manera y no simplemente copiadas de otras rutinas que han funcionado en distintos lugares. Otro de los puntos clave que permite observar la validez de la metodología, es que esta se basa específicamente en entrenar a las personas idóneas para un cargo específico de acuerdo con sus capacidades propias, permitiendo así que la estandarización de las rutinas se convierta en una disciplina de trabajo fácilmente adaptable.

6. Conclusiones

- Por medio de la aplicación de la metodología se logró identificar que la destreza del personal influye directamente en la productividad y el porcentaje de productos defectuosos, por lo cual se hace necesario que los operarios no solamente tengan conocimientos técnicos, sino que genera se entrenen en destrezas para que puedan realizar de manera estandarizada sus labores y esto de menor cabida a perdidas tanto económicas como de materia prima.

- Fue posible identificar el uso de herramientas sistemáticas por medio de las cuales es

posible entrenar en destrezas al personal de tal manera que pase de ser este un proceso informal y se convierta en un proceso estandarizado en la organización.

- Se observa que el entrenamiento en destrezas en las industrias que ha sido aplicado, proporciona al personal una adecuada inserción laboral ya que permite mejorar la curva de aprendizaje, lo cual sugiere que se continúe validando la metodología por medio de pruebas piloto, pero en ese caso específico para la industria de la construcción, donde se cuenta con procesos variables y de alto uso de mano de obra.

7. Trabajos futuros

Se observa que sería conveniente para un posterior análisis de la metodología, realizar una comparación profunda de los resultados obtenidos en distintas industrias y los resultados que se podrían obtener en la industria de la construcción para así validar de manera más completa la aplicación de dicha metodología.

8. Referencias

- Botero Botero, L. E., & Alvarez Villa, M. E. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en proyectos de vivienda. *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 50-64.
- Cabrera Piatini, A. R., Ledezma Elizondo, M. T., & Rivera Herrera, N. L. (2011). El impacto de la rotación de personal en las empresas constructoras de nuevo león. *Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, V(5), 83-91.
- CAMACOL. (2016). *Informe de estudios económicos N° 84*. Bogotá.
- Causa & Efecto. (7 de Febrero de 2019). *Causa & Efecto*. Obtenido de www.causayefecto.com.co: <https://www.causayefecto.com.co/escuelas-de-destreza>
- Causa & Efecto. (7 de Febrero de 2019). *Causa & Efecto*. Obtenido de www.causayefecto.com.co: <https://cyecompetitividad.wordpress.com/>
- CPC. (2017). *Informe Nacional de Competitividad 2017-2018*. Bogotá D.C.: Zetta Comunicadores. CPC. (2016). *Informe Nacional de Competitividad 2016-2017*. Bogotá D.C.: Zetta comunicadores. DANE. (2018). *Boletín de indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC)*. Bogotá D.C.
- Gupta, A., Panchal, A., Pandya, N., Parmar, S., & Vaghela, A. (2017). Risk Management in Construction Projects. *International Journal of Advance Engineering Research*, vol.4.
- Hoyos, M. F., & Botero Botero, L. F. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 187-214.
- OIT. (2001). *La industria de la construcción en el siglo XXI*. Ginebra.
- Rauf Abdullahi, O. (2014). An explanatory note on construction industry and its role in the national economics.
- Serpell, A. (2002). *Administración De Operaciones De Construcción*. Santiago de Chile: Alfaomega Grupo Editor.

Aspectos y elementos de la cultura de innovación en las empresas costarricenses

Rafael Herrera González

Universidad de Costa Rica, Escuela de Administración de Negocios, Costa Rica_
rafael.herrera@ucr.ac.cr

Ariella Quesada Rosales

Universidad Nacional de Costa Rica, Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica, Costa Rica
ariella.quesada.rosales@una.cr

Arianna Tristán

Cámara de Industrias de Costa Rica, Dirección de Innovación e Internacionalización, Costa Rica
atristan@cicr.com

Resumen

Los países en conjunto con los sectores productivos hacen esfuerzos por crear condiciones que favorezcan la innovación como eje esencial, para agregar valor y así poder competir en un mundo globalizado. Uno de los retos más importantes que tienen las empresas es crear una cultura de innovación que funcione, para lo cual se requiere de una serie de aspectos y elementos claves que apoyen a la misma. El presente trabajo tiene el objetivo de analizar las estrategias del fomento de la innovación en las empresas costarricenses. Metodológicamente, la investigación se fundó en la perspectiva cuantitativa con la aplicación de una encuesta electrónica, asimismo con los datos recolectados se procedió a la construcción de diferentes índices y su respectivo cruce con variables que caracterizan a la empresa (tamaño, sector, si exporta o no y a donde lo hace), asociados a los elementos claves de cultura de innovación. El tema de la cultura de innovación en la empresa se ha estudiado ampliamente en otras latitudes, pero en América Latina es un aspecto que todavía debe ser abordado con más detalle. Por esa razón, este trabajo contribuye de manera significativa en primera instancia a entender los principales aspectos y elementos de la cultura de innovación, que permite identificar los aspectos por los cuales se ha avanzado y por otra parte, en aquellos que se deben mejorar.

Palabras clave

Cultura de innovación, innovación, desarrollo empresarial, Costa Rica

1. Introducción

La promoción y formación de una cultura innovadora en la organización puede favorecer la creatividad y la generación nuevas ideas, debido a que las personas al sentirse motivadas son capaces de proponer nuevos proyectos que propician la innovación y benefician tanto a la organización como a ellos mismos. Por ello se torna en un elemento fundamental, aun cuando sus retos de implementación son mayores por la resistencia de las personas para asumir nuevos roles, estilos y retos en el desarrollo de las actividades del negocio, tanto a nivel interno como externo.

De acuerdo con Goffin y Mitchell (2017), la cultura de innovación se encuentra entre los ocho principales temas de investigación relacionados con la gestión de la innovación y se está convirtiendo en un tema de investigación popular.

En este contexto, Morcillo (2007) y Naranjo y Calderón (2018) concuerdan que para identificar una cultura de innovación se deben analizar elementos específicos incluidos en cuatro aspectos: el estilo corporativo, la dirección y gestión de recursos humanos, el aprendizaje organizativo y la vigilancia tecnológica. Dobni (2008) la establece como uno de los determinantes más importantes de la innovación en la organización. Mientras Prego (2014) señala que la cultura puede ser modificada o gestionada desde un modelo cultural, para ello en su construcción plantea doce pasos. Todo esto, forma parte de los elementos que tienen y buscan las organizaciones para formar espacios colaborativos y creativos que se adapten a los cambios, más la búsqueda de nuevas oportunidades y mejoras en los procesos de innovación.

El objetivo del presente trabajo es analizar los aspectos y elementos claves que crean y fomentan la cultura de innovación en las empresas costarricenses. Esta investigación se realizó en conjunto con la Cámara de Industrias de Costa Rica en apoyo a uno de sus ejes estratégicos: la innovación. Metodológicamente, se fundó en la perspectiva cuantitativa con la aplicación de una encuesta electrónica a las empresas asociadas a la Cámara, con los datos recolectados se procedió a la construcción de diferentes índices asociados a los elementos claves de la cultura de innovación.

El artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección II; se realiza una revisión en forma de resumen de la literatura correspondiente a la cultura de innovación, en la sección III; se presentan los aspectos metodológicos del trabajo, y en la sección IV; se describen los principales resultados del estudio. Finalmente, en la sección V se muestran las principales conclusiones del estudio.

2. Revisión de la literatura

2.1. Cultura de innovación

En este apartado se explica la importancia que tiene la creación de una cultura de innovación. Se inicia con algunas definiciones, luego se analiza su importancia en los procesos de innovación de la empresa, seguido por las características, aspectos y elementos, para finalizar con las propuestas metodológicas de varios autores que facilitarían la creación de una cultura efectiva.

2.1.1. Concepto e importancia de la cultura de innovación

En primera instancia es necesario tener un acercamiento a la definición de cultura de innovación que brindan algunos autores. Morcillo (2007) la propone como una forma de pensar y de actuar que genera, desarrolla y establece valores, convicciones y actitudes propensos a suscitar, asumir e impulsar ideas y cambios que suponen mejoras en el funcionamiento y eficiencia de la empresa, aun cuando ello implique una ruptura con lo tradicional.

Dobni (2008) la define como un concepto multidimensional que conjuga elementos como la intención de ser innovador, la infraestructura para apoyar la innovación, un nivel

de comportamientos operacionales necesarios para influenciar el mercado, una orientación a la creación de valor, y un entorno que propicie la innovación. Este autor lo establece como uno de los determinantes más importantes de la innovación en la organización.

Para lo cual, la cultura de la innovación "cultiva el compromiso y el entusiasmo, desafía a las personas a correr riesgos en un entorno seguro, fomenta el aprendizaje y el pensamiento independiente" (Goffin y Mitchell, 2017). A su vez, la "cultura de innovación" es una configuración particular que hace que el pensamiento innovador sea natural dentro de la organización y fomenta las actividades de innovación a nivel de todos los empleados (Davies y Buisine, 2018).

Las diferentes definiciones coinciden en que formar una cultura a la innovación en la empresa, pasa por crear ambientes adecuados, partiendo de una visión y estrategia clara que facilite la asignación de recursos y permita a los miembros de la organización ser parte relevante en los procesos de innovación.

2.1.2. ¿Por qué es importante?

La cultura de innovación es uno de los aspectos fundamentales en los procesos de gestión de la innovación en la empresa. Por lo tanto, se dedican importantes esfuerzos en crearla que requieren cambios significativos en la forma en que se conduce el liderazgo, la estrategia, la forma en cómo se integran de manera efectiva los miembros de la organización en los procesos de innovación y su grado de participación, resultado de la motivación y el fomento al trabajo en equipo y las redes de colaboración internas y externas. Asimismo, las empresas deben hacer cambios en sus estructuras, con el fin de ser más flexibles y poder aplicar la innovación abierta. Por estas razones se torna en una temática relevante de estudio.

Cada organización tiene su propia cultura compuesta por valores y actitudes compartida por las personas (Schein, 1992) que determinan comportamientos que facilitan u obstaculizan los procesos innovadores. Mintzberg et al. (1998) destacan el papel de la cultura empresarial como un elemento original, imposible de imitar y no sustitutivo que repercute sobre la competitividad y el mantenimiento de estas en las empresas. También la cultura es uno de los factores que más puede estimular una conducta innovadora en los miembros de la organización (Naranjo y Calderón, 2015).

En el estudio realizado por Tellis et al. (2009) a 759 empresas determinaron que la cultura empresarial es mucho más importante para la innovación radical que la cultura del país, el gobierno, el capital o el trabajo.

Thompson y Fazio (2014), argumentan que, si la organización fomenta una capacidad de gestión del cambio creará y reforzará una cultura de innovación. Para sus efectos incluye elementos como creencias, valores, objetivos, procesos de trabajo, procedimientos, medio ambiente, técnicas y capacidades.

En esta misma línea, Long (2014) considera que es importante impulsar una mentalidad de comportamiento compartido y un entendimiento común de la estrategia de innovación, de la estructura y de los procesos para tener éxito en la innovación sostenible. En las pequeñas y medianas empresas (PYMES), la cultura de innovación es una construcción importante que puede sostener la innovación de productos y fomentar estrategias de marketing (Aksoy, 2017).

Un aspecto de especial interés es la relación de la cultura organizacional con la

innovación. Para Goffin y Mitchell (2017), el gerente necesita "diagnosticar" con precisión su cultura organizacional, fomentar el comportamiento correcto de los empleados y brindarles a los empleados los medios para impulsar la innovación. Mientras para Morente, Ferràs, y Žižlavský, (2018), los gerentes buscan crear y promover una cultura de innovación subyacente a través de la cual se involucran ciertos supuestos, valores y creencias para alentar conductas positivas hacia la innovación.

El desarrollar o no una cultura y cómo esta se relaciona con la estructura organizacional puede tener impactos importantes sobre los resultados de la innovación. En este contexto, Naranjo et al. (2016) en un estudio realizado en las empresas españolas encontraron que la cultura puede fomentar la innovación y el desempeño de la empresa o puede actuar como una barrera para ambos, dependiendo de los valores que se transmiten. En particular señalan que la cultura adhocrática es el mejor predictor de innovación y desempeño. Con ello concluyen que la innovación media la relación entre cultura y desempeño.

2.1.3. Aspectos y elementos claves de una cultura de innovación

Diferentes autores en las últimas décadas han trabajado en identificar diferentes aspectos, elementos y características que son inherentes a la cultura de innovación en la empresa. Morcillo (2007) al referirse al tipo de cultura de innovación con respecto a otras (de mercado, jerárquica y de clan) plantea que esta se distingue por las siguientes razones:

- Principales características: adaptabilidad, flexibilidad, creatividad, convivencia con la incertidumbre y la ambigüedad de la información.
- Líderes: visionario, innovador u orientado al riesgo.
- Espacio de trabajo: dinámico, emprendedor y creativo.
- Meta a largo plazo: crecimiento rápido, adquisición de nuevos recursos, producir servicios y productos únicos y originales.

Asimismo, propone que la cultura innovadora descansa en la forma en que se abordan diversos elementos específicos incluidos en cuatro aspectos: el estilo corporativo, la dirección y gestión de recursos humanos, el aprendizaje organizativo y la vigilancia tecnológica (Morcillo, 2007). Esta combinación de elementos son claves para crear una cultura de innovación en la empresa.

En el caso de Long (2014) menciona que los factores clave para una cultura de innovación exitosa son: el aprendizaje, la aplicación continua, la paciencia, la aceptación del riesgo y el fracaso, la responsabilidad y el compromiso. Naranjo y Calderón (2018) luego de revisar varios autores coinciden en la existencia de cinco factores determinantes de la cultura innovadora: estrategia, estructura, liderazgo, métricas y medio ambiente.

La cultura puede ser modificada o gestionada desde un modelo inicial para su construcción donde Prego (2014) plantea los 12 pasos para crear una cultura de innovación que funcione, que se pueden organizar de acuerdo con la clasificación de aspectos propuesta por Morcillo (2007) como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Aspectos y pasos para crear una cultura de innovación

Aspectos	Elementos
Estilo corporativo	1. Crear una visión inspiradora
	2. Clasificar los comportamientos del líder

	3. Crear un clima libre de miedo
	4. Asignar presupuesto y recursos
Dirección y gestión de los recursos humanos	5. Involucrar a todos
	6. Estimular la responsabilidad personal
	7. Desarrollar la habilidad para crear e innovar
Aprendizaje colaborativo	8. Crear tiempo y espacio para explorar
	9. Crear una red de facilitadores
	10. Fomentar las conexiones
	11. Medir la innovación
Vigilancia Tecnológica	12. Aprovechar las nuevas tecnologías

Fuente: Elaboración propia con base a Morcillo (2007) y Prego (2014).

Goffin y Mitchell (2017) señalan que la cultura de la innovación es un tema que se ha analizado durante años por diferentes investigadores proponiendo aspectos claves. Los estudios más recientes han mostrado una gran consistencia en lo que se percibe como “los siete principales atributos de la cultura de innovación”: centrada en el cliente, abierta a nuevas ideas, promueve equipos multifuncionales efectivos, tiene procesos bien definidos, tolerante al riesgo, otorga premios y reconocimientos y se basa en un liderazgo apropiado. Todos ellos proporcionan un comparador útil para las empresas que desean crear atributos apropiados.

Un modelo de cultura holístico e innovador es propuesto por Naranjo y Calderón (2018) además de abordar los rasgos culturales y sus determinantes tiene en cuenta las competencias de gestión y las capacidades organizativas necesarias para adaptarse, con el fin de lograr un comportamiento innovador por parte de los individuos de la organización.

Verdu et al. (2018) proponen dos determinantes de la cultura adaptativa que ayudan a comprender cómo puede evolucionar la cultura para facilitar los resultados de innovación de productos, los cuales corresponden a la flexibilidad estructural y el aprendizaje reflexivo. Estos afectan positivamente los resultados de innovación del producto mediante la creación de una cultura adaptativa.

Para Morente et al. (2018) existe abundante literatura que sugiere un fuerte vínculo entre organización, cultura e innovación. Estos tres conceptos no pueden ser entendidos de manera independiente.

Davies y Buisine (2018), plantean que la cultura de la innovación tiene características específicas en cinco dimensiones: la presencia de líderes y directivos innovadores, la presencia de equipos innovadores, la presencia de personas innovadoras, un contexto organizativo propicio para la innovación y vínculos múltiples y fáciles fuera de la organización.

Para efectos del presente trabajo, los índices considerados se basan en los 12 pasos, que al menos debe cumplir una organización para crear una cultura a la innovación que funcione, por

Prego (2014) y conjunto con los determinantes y dimensiones identificados por Naranjo y Calderón (2018) y Davies y Buisine (2018).

3. Aspectos metodológicos

Este artículo es uno de los resultados de la investigación realizada en alianza con la Cámara de Industrias de Costa Rica, como fomento a uno de sus ejes estratégicos: la

innovación. El propósito principal se orientó en identificar diferentes aspectos relacionados con la innovación y su gestión a lo interno de las empresas.

El trabajo fue estructurado en cuatro fases. En la primera fase se efectuó el diseño de la encuesta, en la segunda fase se definió la población que estuvo conformada por las empresas asociadas de la Cámara de Industrias de Costa Rica. Luego para la tercera fase se elaboró el cuestionario formado por los siguientes módulos: información general de la empresa, organización y cultura a la innovación en la empresa, actividades de innovación en la empresa, impacto de las innovaciones, recursos humanos y cooperación Universidad-Empresa. La cuarta fase corresponde al análisis y presentación de los resultados.

El trabajo de campo se realizó mediante una encuesta electrónica por medio de la plataforma e-encuesta. Para el cálculo del tamaño de esta muestra, se estableció un nivel de confianza del 95%, un nivel de error del 10 % y un tamaño poblacional de 500 empresas asociadas a la Cámara de Industrias de Costa Rica. Se obtuvo un tamaño de la muestra a encuestar de 81 empresas, pero al final se obtuvo respuesta de 89 empresas.

Para el estudio se diseñaron diferentes índices simples que toman en cuenta los aspectos y elementos que los autores identifican como relevantes para crear y fomentar una cultura a la innovación, en los que se consideran factores de gestión del recurso humano, estrategia de la empresa, capacidades organizativas, cultura, generación de ideas, comunicación externa, participación y financiamiento. Cabe señalar, que no se construye un índice general de la cultura de innovación debido que la matriz de correlaciones entre los subíndices muestra correlaciones positivas, aunque sus valores son menores a 0,5 lo que no es significativo para el análisis. En el Cuadro 2 se muestran las variables utilizadas junto a la descripción para la construcción de cada índice.

Cuadro 2. Variables utilizadas para construir los índices

ÍNDICE	SIGLA	VARIABLES UTILIZADAS	DESCRIPCIÓN
RELEVANCIA DEL RECURSO HUMANO	<i>I_Rel_RH,</i>	Relevancia del recurso humano en los procesos de innovación (6): <ul style="list-style-type: none"> • La calidad de recurso humano. • Programa y una estrategia clara de selección del personal. • Nivel educativo de calidad del personal. • Seleccionar personal creativo, innovador y dispuesto a aceptar retos. • Procesos internos y externos de formación del personal aumentan la capacidad del recurso humano. 	Se calculó un índice simple de las 6 variables de la pregunta de relevancia del recurso humano. Está calculado de 0 a 100.
		<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de formación de los colaboradores, asociados y directores de la Empresa limita la actividad innovadora. 	
ESTRATEGIA	<i>I_Estrat,</i>	Situación estratégica de la empresa con respecto a innovación (3) <ul style="list-style-type: none"> • La innovación es parte de la estrategia general de la empresa. • La empresa tiene una estrategia específica de innovación. • La innovación no forma parte de las propuestas estratégicas de la empresa. 	Se calculó un índice simple de las 3 variables de la pregunta de estrategia de innovación en la empresa. Está calculado de 0 a 100.

ORGANIZACIÓN	<i>I_Organ</i>	<p>Organización de la empresa para la innovación (5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se organiza por medio de una Unidad de I+D+i. • Se organiza por medio de una Unidad de Innovación. • Por medio de un Comité de Innovación. • Se tiene un programa de innovación. • No se ha establecido una instancia para fomentar la innovación. 	<p>Se calculó un índice simple de las 5 variables de la pregunta de organización.</p> <p>Está calculado de 0 a 100.</p>
CULTURA INNOVACIÓN EN LA EMPRESA	<i>I_C_Innov</i>	<p>Actividades para incentivar la cultura de la innovación (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomenta la creatividad y actividades que promuevan la innovación. • Promueve la generación de ideas entre los miembros de la empresa. • Aprovecha las sugerencias y los conocimientos de sus proveedores y clientes para generar mejoras e innovaciones. • Hay predisposición para la cooperación externa y la innovación abierta. • Incentiva el trabajo colaborativo. 	<p>Se calculó un índice simple de las 5 variables de la pregunta para incentivar la cultura de la innovación.</p> <p>Está calculado de 0 a 100.</p>
GENERACION DE IDEAS	<i>I_Ideas</i>	<p>Proceso de selección de ideas en la empresa (4):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay actividades o procedimiento específico para la identificación y selección de ideas. • Se cuenta con un premio que estimula la generación de ideas. • Por requerimientos específicos de clientes y usuarios. <p>No existe un procedimiento para la selección de ideas.</p>	<p>Se calculó un índice simple de las 4 variables de la pregunta sobre el proceso de generación de ideas.</p> <p>Está calculado de 0 a 100.</p>
COMUNICACIÓN A LO EXTERNO	<i>I_Comun</i>	<p>Comunicación de la empresa con entes externos para generar innovación (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe una excelente comunicación con otras empresas y emprendedores. • existe una excelente comunicación con clientes. • Existe una excelente comunicación universidades y centros de investigación. • Existe una excelente comunicación con competidores. • Existe una excelente comunicación con proveedores. 	<p>Se calculó un índice simple de las 5 variables de la pregunta sobre comunicación con entes o actores externos.</p> <p>Está calculado de 0 a 100.</p>
PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS	<i>I_partic</i>	<p>Actores que participan o co-crean dentro de los proyectos de innovación de su empresa (6):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líderes de la empresa. • Casa Matriz. • Gerentes operativos. • Personal de la empresa. • Clientes. • Socios estratégicos. 	<p>Se calculó un índice simple de las 6 variables de la pregunta sobre participación de agentes internos y externos a la empresa en la generación de proyectos.</p> <p>Está calculado de 0 a 100.</p>

FINANCIAMIENTO I+D	I_F_I+D	Fuentes de financiamiento de actividades de investigación e innovación (2): <ul style="list-style-type: none"> • Recursos Propios. • Préstamos. 	Se calculó un índice simple de las 2 variables de la pregunta financiamiento de las actividades de I+D. Está calculado de 0 a 100.
FINANCIAMIENTO CAPACITACIÓN	I_F_CRH	Fuentes de financiamiento para la capacitación del recurso humano (2): <ul style="list-style-type: none"> • Recursos Propios. • Préstamos. 	Se calculó un índice simple de las 2 variables de la pregunta financiamiento de las actividades de capacitación de recurso humano. Está calculado de 0 a 100.

4. Discusión y análisis de los resultados

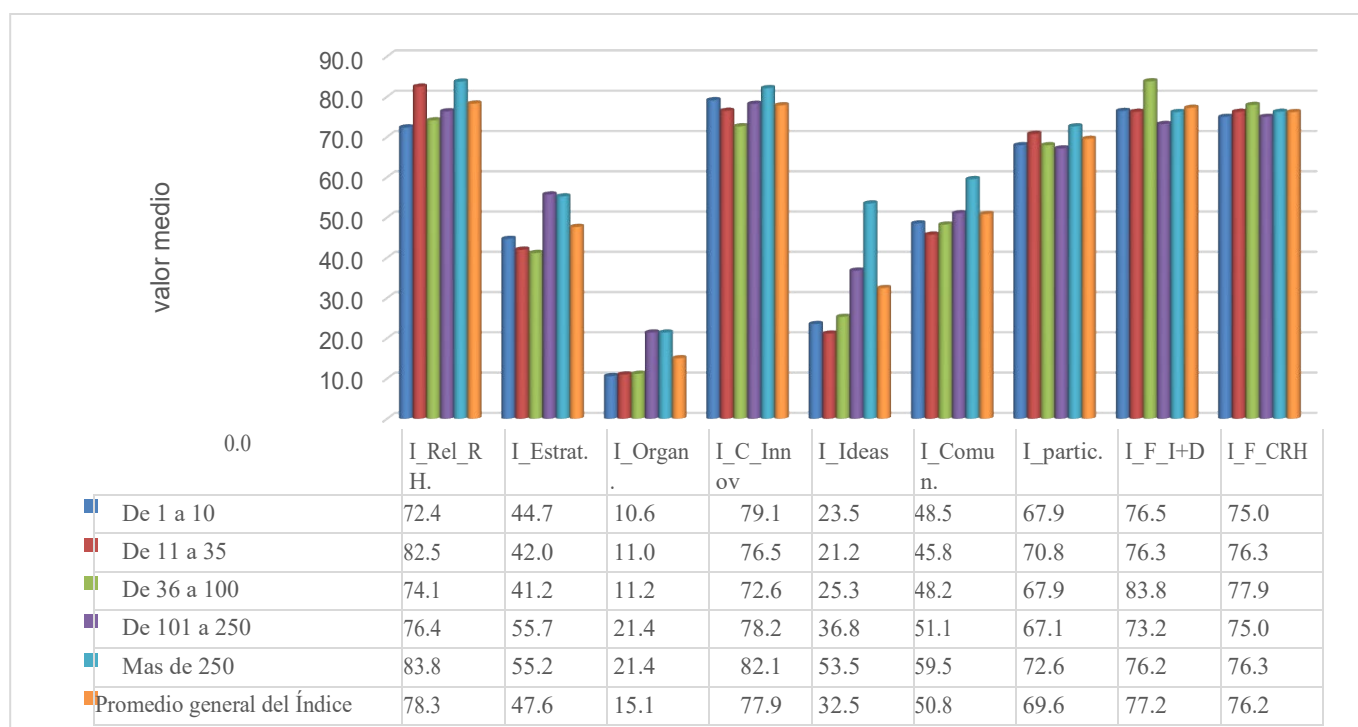
El análisis se centró en identificar el comportamiento de ciertos elementos que son esenciales para que las empresas puedan instaurar una cultura de innovación, utilizando las variables de análisis “rango de empleados”, “subsector” y “sector” al que pertenecen las empresas.

4.1. Características de las empresas

De acuerdo con Pavitt (1984), los sectores tienen diferentes prioridades y características que condicionan a las empresas por los efectos de la innovación, las economías de escala y la intensidad científica. Respecto al tamaño, Rothwell (1985) señala que este es un factor que tiene especial repercusión en cuanto al acceso a los recursos y otros factores. El uso de estas variables es reforzado por Tidd y Bessant (2009), quienes agregan que estos aspectos pueden afectar la gestión de la innovación de las empresas. Por su parte, Herrera y Quesada (2013), Herrera (2016), Herrera e Hidalgo (2019), en diferentes trabajos sobre gestión de innovación en sectores de metalmecánica, tecnologías de información y comunicación, y recursos humanos resaltan e insisten en la importancia de utilizar características de las empresas, su tamaño y sector, así como variables de análisis.

Al analizar el Gráfico 1 los datos muestran que a mayor tamaño de la empresa los índices tienen valor un medio superior al promedio. Aunque se dan algunas excepciones, por ejemplo, en el I_Rel_RH es superior al promedio cuando las empresas tienen un rango de empleados entre 11 y 35, por lo que existe una mayor relevancia del recurso humano en las medianas y grandes empresas para los procesos de innovación. Mientras las empresas que tienen empleados en un rango de 1 a 10 empleados muestran un índice cultura de innovación superior al promedio, por lo cual al ser empresas de menor tamaño se facilita la creación y el fomento de una cultura de innovación al compartir elementos como creencias, valores y procesos de trabajo en una relación del día a día. En el caso concreto del I_F_CRH , solo las empresas del rango de 1 a 10 empleados presentan valores por debajo del promedio general, donde su tamaño puede afectar su aporte financiero para actividades de capacitación.

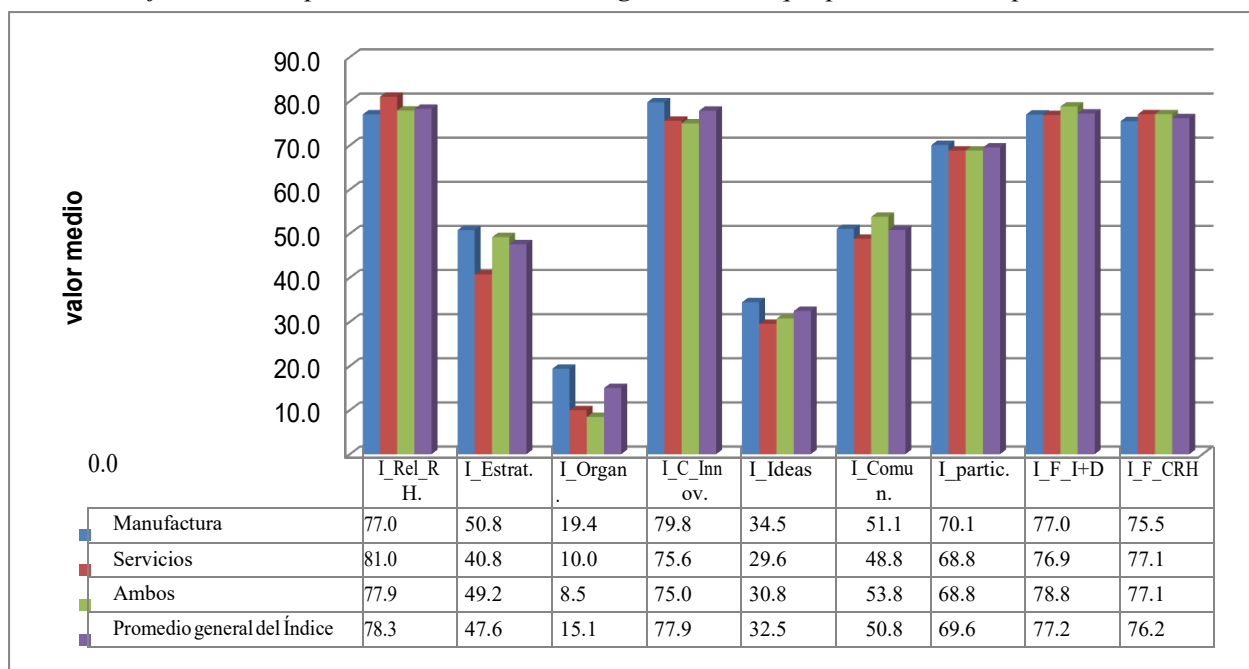
Gráfico 1. Valor promedio de los índices¹ según tamaño de empresa.



Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta sobre Gestión de Innovación, CICR-2018

Uno de los aspectos interesantes a conocer para cada uno de los índices es el comportamiento con respecto al sector al que pertenece la empresa. De acuerdo con los datos que se muestran en el Gráfico 2 hay una tendencia a que las empresas del sector de manufactura tengan índices por encima del promedio. En algunos casos concretos las empresas tienen índices superiores al promedio, por ejemplo, las dedicadas a la parte de servicios en los índices: I_Rel_RH y I_F_CRH, siendo el recurso humano un factor fundamental de estas empresas y por ello se presenta una mejora en los índices asociados. Por su parte, cuando la empresa combina la manufactura con servicios (ambos) en los siguientes índices: I_Estrat, I_Comun, I_partic, I_F_I+D y I_F_CRH. Por lo anterior, los datos permiten concluir que existe una mayor probabilidad de encontrar una cultura a la innovación más desarrollada en las empresas del sector de manufactura.

Gráfico 2. Valor promedio de los índices según sector al que pertenece la empresa.



Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta sobre Gestión de Innovación, 2018

El Cuadro 3 establece el valor de los índices con respecto al subsector al que pertenece la empresa. Existe un buen comportamiento del subsector alimentos (tiene más de 6 índices con un valor mayor al promedio general), de otros subsectores como son el químico farmacéutico y el relacionado con los equipos de precisión y médico. Esto es consistente con lo planteado en anterioridad, dado que estas empresas pertenecen al sector de manufactura. De manera intermedia le siguen los sectores de TIC y eléctrica, y electrónico que muestran valores superiores al promedio en cinco índices.

Cuadro 3. Valor promedio de los índices según sub_sector al que pertenece la empresa

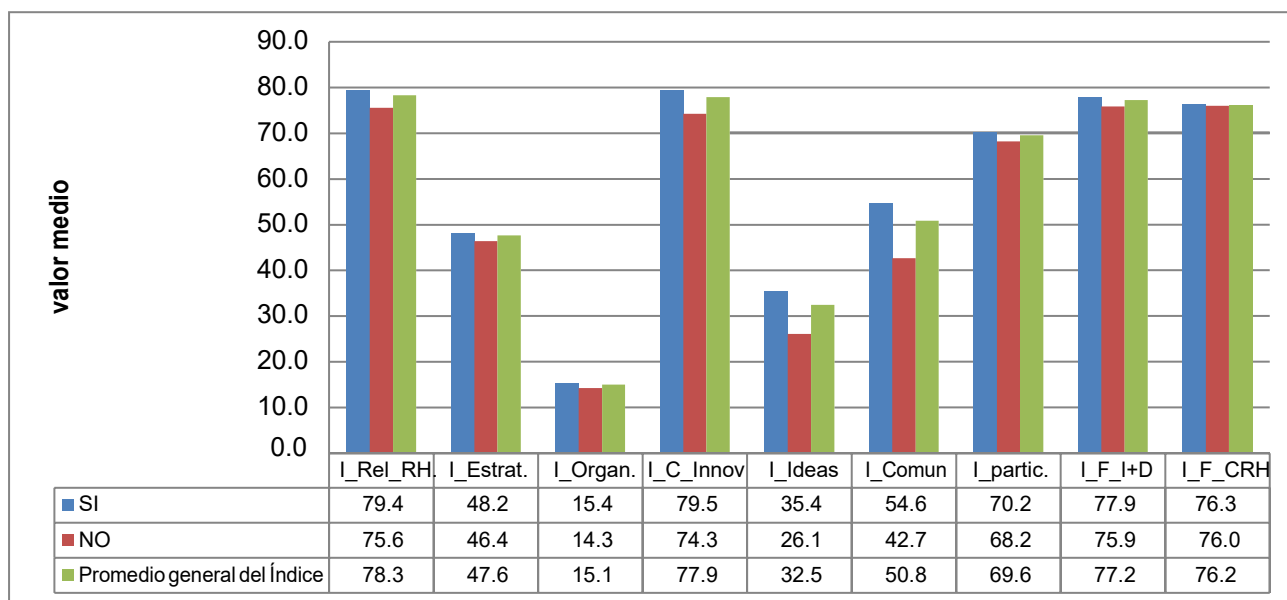
Subsector al que pertenece la empresa	I_Rel_RH.	I_Estrat.	I_Organ.	I_C_Innov.	I_Ideas	I_Comun.	I_partic.	I_F_I+D	I_F_CRH
Alimentos	73,1	52,9	19,3	82,1	39,6	54,6	71,4	76,8	76,9
Metalmecánica	81,4	38,2	2,7	71,4	21,0	43,6	68,6	84,1	77,3
Plástico	58,8	40,0	10,0	77,5	15,4	57,5	72,5	75,0	62,5
Químico farmacéutico	84,4	52,5	30,0	80,6	34,6	51,3	65,6	71,9	75,0
Equipo de precisión y médico	89,3	48,6	22,9	88,6	62,6	62,1	76,4	75,0	75,0
Eléctrica y electrónico	82,0	44,0	8,0	85,0	29,2	62,0	73,0	85,0	75,0
TIC	81,0	36,7	8,3	72,5	34,6	44,2	70,0	79,2	80,0
Otro	76,9	50,6	15,0	75,3	28,7	47,9	67,6	75,7	77,3
Promedio	78,3	47,6	15,1	77,9	32,5	50,8	69,6	77,2	76,2

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta sobre Gestión de Innovación, CICR-2018

4.2. Exportaciones y mercado en el que venden

Cuando las empresas venden sus productos y servicios en mercados externos altamente competitivos, la única forma de mantenerse en ellos es ofreciendo diferenciación y valor agregado en sus productos o servicios, lo cual las obliga a tener mayores grados de innovación que las empresas que solo venden en los mercados locales. Por su parte, entre más exigente sea el mercado al que exportan sus procesos de innovación deben ser continuos. Por lo tanto, es razonable para las empresas participantes en mercados internacionales, a través de la exportación de sus productos o servicios. que todos los índices en estudio se presente un valor superior al promedio general como se observa en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Valor promedio de los índices, según exportaciones



Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta sobre Gestión de Innovación, CICR-2018

En concordancia con lo planteado anteriormente, cuando las empresas venden solo en el mercado local, los índices tienden a ser menores al promedio. Esto demuestra que los índices tienden a mejorar cuando las empresas toman la decisión de exportar y no se quedan exclusivamente vendiendo sus productos y servicios en el mercado nacional. De acuerdo con los datos, las empresas que venden al mercado Centroamericano, México y el Caribe, así como el mercado de Estados Unidos de América y Europa presentan varios índices superiores al promedio general mientras que las que se dirigen al mercado nacional solo tiene un índice superior al promedio (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Valor promedio de los índices según mercado en el que venden sus productos o servicios.

	I Rel RH	I Estrat.	I Organ.	I C Innov	I Ideas	I Comun.	I partic.	I F I+D	I F CRH
Mercado Nacional									
SI	75,3	47,7	13,5	76,3	29,2	47,3	69,0	79,8	76,3

NO	84,8	47,4	18,5	81,5	40,2	59,1	70,7	71,3	75,9
Promedio	78,3	47,6	15,1	77,9	32,5	50,8	69,6	77,2	76,2
Centroamérica, México y el Caribe									
SI	80,0	50,7	20,7	76,7	36,2	54,2	70,8	73,3	76,7
NO	77,4	46,1	12,2	78,5	30,6	49,2	68,9	79,2	75,9
Promedio	78,3	47,6	15,1	77,9	32,5	50,8	69,6	77,2	76,2
Estados Unidos de América									
SI	82,8	45,0	12,5	84,1	39,9	57,5	68,8	75,0	75,0
NO	77,2	48,2	15,6	76,5	30,9	49,4	69,7	77,7	76,4
Promedio	78,3	47,6	15,1	77,9	32,5	50,8	69,6	77,2	76,2
Europa									
SI	83,8	40,0	13,8	83,1	45,2	58,8	63,1	71,9	75,0
NO	77,7	48,4	15,2	77,3	31,2	50,1	70,2	77,8	76,3
Promedio general de índice	78,3	47,6	15,1	77,9	32,5	50,8	69,6	77,2	76,2

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta sobre Gestión de Innovación, CICR-2018

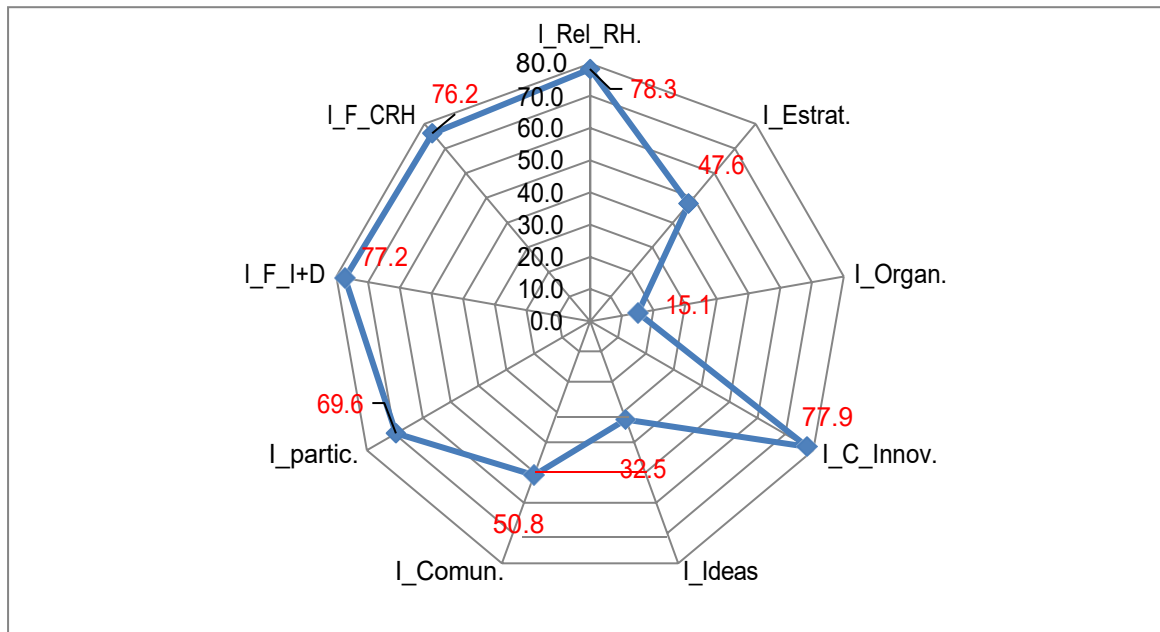
4.3. Factores claves considerados para crear y fomentar una cultura a la innovación

Con los aspectos y elementos claves para crear y fomentar una cultura a la innovación se realizó un índice para cada uno de los nueve factores seleccionados. Para esto, se calculó el promedio de la puntuación individual a cada grupo de subvariables con el fin de formar un promedio general para el factor. Entre más cercana sea la puntuación al 100, mejor es la posición del índice.

El Gráfico 4 indica el promedio obtenido para cada una de las variables definidas dentro de una cultura a la innovación. Los elementos claves donde las empresas se encuentran mejor posicionadas según el índice son: relevancia del recurso humano con (78,3), cultura innovación un (77,9), financiamiento I+D presenta un (77,2), financiamiento capacitación con (76,2) y participación en proyectos al mostrar un (69,6). Los índices tienden a ser menores en aspectos como: comunicación a lo externo (59,8), estrategia (47,6), generación de ideas (32,5) y organización (15,1). El análisis de los índices sugiere una mayor atención por parte de las empresas a la estrategia planteada, los procesos de generación de ideas junto con la organización de la empresa que puedan impulsar cambios significativos y que motiven una cultura para la innovación.

En general, las empresas se encuentran mejor posicionadas en el índice de relevancia del recurso humano con (78,3), el índice de cultura innovación en la empresa (77,9), el de financiamiento I+D (77,2) y el de financiamiento de capacitación (76,2). Se debe prestar atención aquellas áreas y actividades vinculadas con la generación de ideas y organización que muestran las menores escalas de los índices.

Gráfico 4. Valor promedio de los índices



Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta sobre Gestión de Innovación, CICR-2018

5. Conclusiones

De acuerdo con la revisión de la literatura, la cultura de innovación es uno de los principales factores organizativos que conlleva a compartir valores, actitudes, procesos de formación y trabajo, que inciden en la generación de ideas y cambios significativos, por parte de los miembros de la organización en los procesos de innovación. En muchas ocasiones los esfuerzos empresariales se concentran en comprar tecnología o equipos para mejorar sus procesos, sin embargo, dedican pocos esfuerzos a fomentar una cultura empresarial que funcione y que este acorde con las exigencias del entorno. Empoderar a sus empleados y establecer buenas prácticas para su participación activa es clave para enfrentarse al cambio y para fomentar una cultura de la innovación, para la agregación de valor.

Con datos recolectados por la encuesta electrónica se construyeron 9 índices que cuantifican los aspectos y elementos claves para crear y fomentar una cultura a la innovación. Los resultados muestran que a mayor tamaño de la empresa los índices tienen valor medio superior al promedio. En cuanto al sector que pertenece la empresa existe una mayor probabilidad de encontrar una cultura a la innovación desarrollada en las empresas del sector de manufactura, al presentar índices por encima del promedio. En esta misma línea, se encuentra que los subsectores con mejores índices son el de alimentos, el químico farmacéutico y el relacionado con los equipos de precisión y médico vinculados directamente con el sector manufacturero. También, cabe señalar que las empresas participantes en mercados internacionales a través de la exportación de sus productos o servicios muestran que los índices del estudio tienen un valor superior al promedio general.

A nivel del estudio los aspectos y elementos claves que crean y fomentan la cultura de innovación en las empresas costarricenses, se orientan a la relevancia del recurso humano en los procesos de innovación, las actividades propias para incentivar la cultura de

innovación, las fuentes de financiamiento para actividades de investigación y capacitación, y los actores que participan o co-crean dentro de los proyectos de innovación de su empresa.

En el ámbito latinoamericano deben generarse líneas de investigación que estudien con detalle el tema de cultura de innovación a nivel empresarial, dado que su construcción a lo largo de la cadena de valor de la empresa es esencial, para lograr fomentar la innovación como eje estratégico y clave para alcanzar niveles superiores de competitividad.

6. Referencias

- Aksoy, H. (2017). How do innovation culture, marketing innovation and product innovation affect the market performance of small and medium-sized enterprises (SMEs)?. *Technology in Society*, 51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.08.005>. Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Davies, M. y Buisine, S. (2018). Innovation Culture in Organizations. En el libro: *Science, Technology and Innovation Culture*, Chouteau, M., Forest J., Nguyen, C. (Editors). DOI: 10.1002/9781119549666.ch6
- Dobni, C. B. (2008). Measuring innovation culture in organizations: The development of a generalized innovation culture construct using exploratory factor analysis. *European Journal of Innovation Management*, 11, 539-559. <http://dx.doi.org/10.1108/14601060810911156>
- Goffin, K., y Mitchell, R. (2017). *Innovation Management. Strategy and implementation using the pentathlon framework*. Palgrave Macmillan. Tercera edición. ISBN-13: 978-1137373434.
- Herrera, R. (2016). Innovación de servicios en la era digital: el rol de los recursos humanos. *Revista Plus Economía*, 4(2), Universidad Autónoma de Chiriquí: Panamá.
- Herrera, R. y Hidalgo, A. (2019). Dinámica de la innovación en servicios y co-creación en empresas del sector economía digital. *Revista de Administración y Contabilidad*, 64 (1), UNAM, México. ISSN: 2448-8410. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1802>
- Herrera, R. y Quesada, A (2013). Determinantes de la innovación y la cadena de valor en la industria metalmecánica. *Revista Dirección y Organización*, No. 51, UPM, Madrid.
- Long, A. (2014). Journey to Innovation Excellence. En el libro *Global Innovation Science Handbook*. Edition: 1. Publisher: McGraw Hill Publication, Education. Editor: Praveen Gupta, Brett Trusko. ISBN: 978-0071792707.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., y Lampel, J. (2008). *Strategy Safari. A guided tour through the wilds of strategic management*, The Free Press, New York, 23-45.
- Morcillo, P. (2007). *Cultura e Innovación Empresarial: La Conexión Perfecta*. Madrid: Thomson-Paraninfo, España. ISBN: 84-9732-544-3.
- Morente, F., Ferràs, X., y Žižlavský, O. (2018). Innovation Cultural Models: Review and Proposal for Next Steps. *Universidad & Empresa*, 20 (34), 53-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.uosario.edu.co/empresa/a.5433>.
- Naranjo, J. y Calderón, G. (2015). Construyendo una cultura de innovación: Una propuesta de transformación cultural. *Estudios Gerenciales*, 31, 223-236.
- Naranjo, J., Jiménez, D. y Sanz, R. (2016). Studying the links between organizational culture, innovation, and performance in Spanish companies. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 48, 30-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rlp.2015.09.009>.
- Naranjo, J. y Calderón, G. (2018). Model of Culture for Innovation. En el libro. *Organizational Culture*. Edited by Jolita Vveinhardt. DOI: 10.5772/intechopen.74347. ISBN: 978-1-78984-451-1
- Pavitt, K. (1984). Sectoral Patterns of Technological Change: Towards a Taxonomy and Theory. *Research Policy*, 13, 343-373. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- Prego, J. (2014). Cómo crear una cultura de innovación que funcione. *Harvard Deusto Business Review*, 239, 27-33.
- Rothwell, R. (1985). Reindustrialization and technology: Towards a national policy framework. *Science and Public Policy*, 12 (3), 113-130. <https://doi.org/10.1093/spp/12.3.113>
- Schein, E.H. (2010). *Organizational culture and leadership*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Tellis, G., Prabhu, J. y Chandy, R. (2009). Radical Innovation Across Nations: The Preeminence of Corporate Culture. *Journal of Marketing*, 73(1), 3-23.

- Tidd, J., Bessant, J. (2009). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. 4th Edition. John Wiley & Sons, Ltd.
- Thompson, B. y Fazio, N. (2014). Culture of innovation. En el libro, *Global Innovation Science Handbook*. McGraw Hill Publication, Education. Editor: Praveen Gupta, Brett Trusko. ISBN: 978-0071792707.
- Verdu, A. Alos, S. y Gómez J (2018). Adaptive culture and product/service innovation outcomes. *European Management Journal*, 36, 330-340. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2017.07.004>.

Metodologías de desarrollo de nuevos productos aplicables a servicios: una revisión de la literatura.

Juan Pablo Pineda H.

Estudiante de Maestría en Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

pablopinedah@gmail.com

Jorge Manrique, PhD.

Docente Investigador Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

jorge.manrique@upb.edu.co

Resumen

Para toda organización el desarrollo de nuevos productos (DNP) supone grandes riesgos pero, resultan esenciales para el posicionamiento competitivo de las empresas y su supervivencia a largo plazo. Además, la industria de servicios tiene una gran participación en las estructuras productivas de los países, siendo relevantes las investigaciones que contribuyan a su éxito. Algunas investigaciones resaltan la alta tasa de fracaso en el DNP, derivada entre otras, de un manejo basado en la intuición, sin criterios y sin metodologías que contribuyan a aumentar su tasa de éxito. Como una fase preliminar para la selección de metodologías de diseño según características y capacidades de las empresas del sector de la construcción en el área metropolitana del Valle de Aburrá, éste artículo describe diferentes metodologías para el DNP que pueden ser aplicables a los servicios, como productos esencialmente intangibles. Se comparan las metodologías más representativas y se identifican las características y limitantes de cada una de éstas, como insumo inicial para una adecuada selección de métodos para las organizaciones. Se espera entonces, que este artículo sea un aporte para la gestión de la tecnología y la innovación dentro de las organizaciones de servicios de construcción en la región.

Palabras clave

Metodología para desarrollo de nuevos productos, desarrollo nuevos productos, diseño de servicios, metodologías de diseño producto.

1. Introducción

En el contexto organizacional actual, cada día y en mayor medida, los cambios tienen un mayor dinamismo acompañado de un aumento en su impacto (Kotter, 2015) y en la complejidad de su gestión, al igual que afecta la certeza en el éxito y la generación de valor para el mercado. Desde la publicación del concepto de innovación como la introducción de un nuevo producto y las posibilidades de utilizar los recursos organizacionales de una manera diferente (Schumpeter, 1934) muchas empresas los han considerado como su estrategia el posicionamiento en el mercado (Balachandra & Friar, 1997).

En esta dinámica de mercado surgen nuevos elementos que las organizaciones deben incorporar para aprovechar las oportunidades y dar respuesta adecuada a las amenazas de su entorno. Las nuevas generaciones, la digitalización de los servicios, los nuevos competidores, las tendencias, las nuevas tecnologías son algunos de los elementos activadores de cambios en

la sociedad y en las organizaciones, son considerados como los desafíos de una creciente complejidad (Schuh, Wetterney, Lau, & Schröder, 2016).

La dinámica en el desarrollo y producción, el aumento de la presión por innovar, la disminución en los ciclos de vida de los productos, el aumento de los requisitos de calidad de forma continua demanda hoy en día de las empresas la capacidad de adaptar sus metodologías tradicionales, y comprensión acerca de cómo los nuevos productos y servicios se van a desarrollar (Schuh, Wetterney, Lau, & Schröder, 2016).

Para toda organización, la creación, el desarrollo y el lanzamiento de nuevos productos supone grandes riesgos en el ámbito tecnológico, financiero y de mercado, siendo notoria su alta tasa de fracaso, resultado de un manejo basado en la intuición por parte de éstas (Schnarch Kirberg, 2014). Como lo señala el mismo autor “para evitar esta situación, las actividades involucradas en la introducción de nuevos productos deberían manejarse con criterios y metodologías que prueben disminuir los peligros de un fracaso y que aseguren, en alguna medida, las posibilidades de éxito” (Schnarch Kirberg, 2014). Dentro de los beneficios de contar con una metodología para el diseño de nuevos productos se tiene: mayor velocidad de salida al mercado, mayores tasas de éxito en el lanzamiento de nuevos productos o servicios, menores errores, mayor alineación y colaboración entre las diferentes áreas del negocio y una mayor eficiencia en la asignación de los recursos de la organización (Morales & León, 2013).

Se define que un producto fracasa cuando no alcanza los beneficios estimados por la empresa (Young, 2011). Según Ernst & Young (2011), citado por Morales & León (2013) las estadísticas a nivel mundial indican que entre el 80% y el 95% de los nuevos productos fracasan; para Kotler & Armstrong (2012) “Los productos nuevos tienen bajas probabilidades de éxito. Según una estimación, el 80 % de todos los productos nuevos fracasan o tienen un desempeño sumamente bajo” (p.260). Para Stanton, Etzel, & Walker (2007) la regla es que el “80% de los nuevos productos fracasan” (p. 229). La introducción de nuevos productos en el mercado es esencial para el posicionamiento competitivo de las organizaciones y su supervivencia a largo plazo, al igual que la sostenibilidad en el tiempo de una organización está relacionada con la capacidad que tenga esta para introducir con éxito nuevos productos o servicios en el mercado (Cooper, 1998).

Las industrias de servicios tienen una gran participación en las estructuras productivas de los países. Este sector concentra más de las “dos terceras partes del empleo total y un 63,3% del producto interno bruto mundial de acuerdo con el Fondo Monetario Internacional en el 2012” (Berdugo Correa, Oviedo Trespalacios, Peñabaena Niebles, Luna Amaya, & Nieto Bernal, 2014). Los avances realizados en busca de su competitividad aún son incipientes, debido a que muy a menudo (Valadez Sánchez P, 2005) citado por Berdugo et al. “los servicios son considerados como actividades no comercializables por sus características de intangibilidad y la simultaneidad para su producción-consumo”.

Lo anterior, da contexto a la temática que se quiere abordar en este artículo: la caracterización de las metodologías para el DNP aplicables a los servicios pues, la contribución del uso de una adecuada metodología de DNP puede mejorar el rendimiento y la competitividad de las organizaciones (Munuera Alemán & Rodríguez Escudero, 2015).

El artículo aborda en primer lugar, un marco teórico del DNP, dando énfasis a los productos intangibles. Luego se hace una descripción de las metodologías para el DNP y finalmente, se discuten y analizan las implicaciones de su uso.

2. Desarrollo de nuevos productos

2.1. Nuevos productos

Ulrich & Eppinger (2013) consideran un producto como algo vendido por una empresa a sus clientes. Para la Asociación de Gestión y Desarrollo de Productos (PDMA) por sus siglas en inglés (*Product Development and Management Association*) un producto es:

Un término usado para describir todos los bienes, servicios y conocimientos vendidos. Los productos son conjuntos de atributos (características, funciones, beneficios y usos) y pueden ser tangibles, como en el caso de los bienes físicos; intangible, como en el caso de los asociados con los beneficios del servicio; o una combinación de los dos (Product Development and Management Association, 2013, p.467).

(Product Development and Management Association, 2013) Los nuevos productos deben generar valor o algún tipo de beneficio para los usuarios o mercado. El término nuevo tiene dos posibles clasificaciones: nuevo en el mercado o nuevo para la compañía, para Guiltinan, Paul, & Madden (1998) estas dos posibles divisiones generan seis tipos de nuevos productos: nuevos para el mundo, nuevas líneas de producto, mejoras de productos existentes, adiciones a líneas de producto existentes, reducciones de costos y reposicionamiento; en la tabla 1 se aclara lo expresado por los autores:

Tabla 1 Tipos de nuevos productos

Tipos	Descripción
Productos nuevos para el mundo	Estos productos han creado mercados completamente novedosos, se caracterizan por no enfrentar ninguna competencia.
Nuevas líneas de producto	Productos que ingresan a mercados existentes pero que son nuevos para la compañía.
Adicionales a líneas de producto existente	También conocidas como extensiones de línea, ofrecen nuevos beneficios para atraer nuevos clientes.
Mejora de productos existentes	Remplazan la oferta de productos ya existentes, se mejora el desempeño o general un mayor valor para el cliente.
Reposicionamientos	Desarrollos que permiten que un producto ofrezca nuevas aplicaciones y sirva a nuevas necesidades.
Reducciones de costos	Son versiones de productos existentes que brindan un desempeño comparable a un menor precio.

Fuente: Basado en Guiltinan, Paul, & Madden (1998).

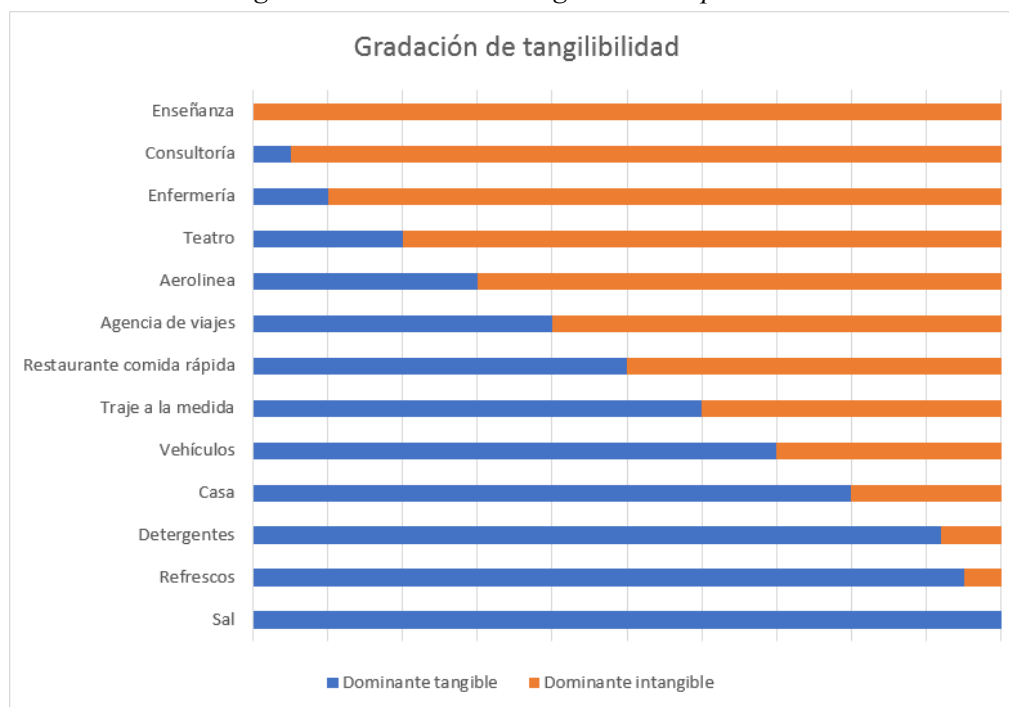
Para Jaramillo (1997) “los productos nuevos son tal vez la mejor herramienta para lograr una ventaja competitiva sostenible en los mercados de hoy en día” (p. 121). Como lo manifiesta Bravo (2015) en su Tesis Doctoral, cualquier empresa puede incrementar su competitividad mediante la innovación, generando nuevos servicios. Chesbrough (2011) recomienda a las empresas adoptar una aproximación del modelo de negocio como si fuera un servicio, junto con otros tres factores que justifica como relevantes para impulsar el éxito y el crecimiento de las empresas: la cocreación con el cliente, la innovación abierta y la creación de nuevos servicios o modelos de negocio que conecten con la innovación.

2.2. Tipos de productos

Algunos autores clasifican los productos como bienes, servicios y conocimiento. No obstante, en cada producto existe un grado de tangibilidad e intangibilidad; los servicios en esencia intangibles poseen elementos tangibles; al igual que los bienes en esencia tangibles conllevan componentes intangibles (Schnarch Kirberg, 2014). Una manera de distinguir bienes y servicios consiste en relacionarlos en una sola gráfica y comparar el grado que el producto las contenga, “una fácil prueba sugerida para ver si un producto debe ser considerado un bien o un servicio consiste en evaluar si más de la mitad del valor proviene de elementos intangibles” (Lovelock & Wirtz, 2009).

En la Figura 1 se muestra la relación entre el grado de intangibilidad y el grado de elemento físico de algunos productos.

Figura 1. Gradación de tangibilidad de productos.



Fuente: Basado en Lovelock & Wirtz (2009) y Schnarch (2014)

2.3. Principales características de los servicios

Los servicios se pueden definir como una actividad económica que genera algún valor para el comprador o acceso a una variedad de elementos que crean valor; por lo general, no se adquiere su propiedad total. Los servicios tienen características que los diferencian de los bienes, conllevan varias implicaciones para las organizaciones y se pueden agrupar en ocho diferencias (Lovelock & Wirtz, 2009) como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Diferencia bienes y servicios

Diferencia	Implicaciones
La mayor parte de los productos de servicios no se pueden inventariar	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que no se pueda atender a los clientes o que tengan que esperar
Los elementos intangibles generalmente dominan la creación de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Los clientes no pueden probar, oler o tocar estos elementos, y es probable que tampoco puedan verlos u oírlos. • Es más difícil evaluar el servicio y distinguirse de la competencia
Con frecuencia es difícil visualizar y comprender los servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Los clientes perciben mayor riesgo e incertidumbre
Es posible que los clientes participen en la cocreación	<ul style="list-style-type: none"> • Los clientes interactúan con el equipo, las instalaciones y los sistemas del proveedor • Una mala ejecución por parte de los clientes dañaría la productividad, estropearía la experiencia de servicio y reduciría los beneficios
Las personas pueden formar parte de la experiencia de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • La apariencia, la actitud y el comportamiento del personal de servicio y de otros clientes pueden influir en la experiencia y afectar la satisfacción
Las entradas y salidas operativas tienden a ser mucho más variables	<ul style="list-style-type: none"> • Es más difícil mantener la consistencia, la confiabilidad y la calidad del servicio o disminuir los costos a través de una mayor productividad • Es difícil proteger a los clientes de los resultados de servicios fallidos
El factor tiempo suele adquirir mayor importancia	<ul style="list-style-type: none"> • El cliente considera el tiempo como un recurso escaso que debe utilizarse de forma inteligente; le disgusta desperdiciar el tiempo esperando y desea el servicio en horarios convenientes

La distribución puede llevarse a cabo a través de canales no físicos	<ul style="list-style-type: none"> Los servicios basados en la información pueden entregarse a través de canales electrónicos como Internet o telecomunicaciones por voz, aunque esto no puede hacerse con los productos fundamentales que incluyen actividades o artículos físicos
--	--

Fuente: Lovelock & Wirtz (2009)

Schnarch (2014) señala que las características de los servicios son: intangibilidad, inseparabilidad, variabilidad, percibibilidad e interacción cliente-proveedor. La Tabla 3 denota algunas diferencias entre productos tangibles e intangibles.

Tabla 3. Aspectos de los productos

Aspecto	Tangible	Intangible
Producción	De antemano	Al instante de prestarlo
Almacenamiento	Se puede almacenar	No se puede almacenar
Verificación	Se puede demostrar	No se puede demostrar
Garantía	Puede cambiarse	Solo puede repetirse o indemnizarse
Elemento humano	No siempre requiere interacción humana	Generalmente requiere interacción humana
Satisfacción	El resultado es menos subjetivo	Es muy subjetiva (expectativas)
Regularidad	Poca variación	Varía según el cliente
Control de calidad	Generalmente después de producción	Antes de producirlo
Relación productor	Deja de haber vínculo	Siempre hay vínculo

Fuente: Schnarch (2014)

Grönroos, 2008 (citado por Helo, Gunasekaran, & Rymaszewska, 2017) define los servicios como una serie de actividades con un alto grado de intangibilidad que en la mayoría de los casos tiene lugar en las interacciones entre el cliente y los empleados del servicio que proporcionan solución a los problemas del cliente (Helo, Gunasekaran, & Rymaszewska, 2017).

2.4. Desarrollo de productos – aplicable a los servicios

Para Chai, Zhang, & Tan (2005) el DNP comienza a partir de la ideación como el inicio

del producto hasta la comercialización final. Según Johnson, Menor, Roth, & Chase (2000) el desarrollo de nuevos productos comprende cuatro fases principales: diseño, análisis, desarrollo y lanzamiento al mercado. Muchas empresas industriales saben que su supervivencia a largo plazo, especialmente en mercados globales, requieren que se transformen de los productos tangibles a un conjunto de servicios de valor agregado, las empresas deben posicionarse como proveedores de servicios o proveedores de soluciones, razón por la cual muchas empresas han buscado aumentar su oferta de servicios, lo que permite aumentar los beneficios y mantenerse por delante de la competencia (Helo, Gunasekaran, & Rymaszewska, 2017).

Para Edvardsson, 1997 (citado por Helo, Gunasekaran, & Rymaszewska, 2017) existen tres componentes esenciales en los servicios: el concepto del servicio, el proceso del servicio y los sistemas de servicios. En el diseño o desarrollo de los servicios cada uno de estos componentes debe ser cubierto. El concepto del servicio se trata de empaquetar o agrupar la oferta para los clientes y de estandarizar el servicio de cara a su prestación. El componente del proceso del servicio se refiere a la prestación de servicios que incluye tanto los elementos visibles como invisibles para el cliente.

Un elemento central dentro de los servicios es la generación de valor donde el cliente es un co- creador de este valor; otro elemento relevante según Grönroos (2008) es el proceso del servicio donde el cliente hace parte activa, incluso los clientes requieren de ciertas habilidades, cuyo objetivo es proporcionarse el valor buscado.

Como lo describe Schuh, Wetterney, Lau, & Schröder (2016) los nuevos y optimizados métodos de desarrollo de productos son altamente eficientes, tanto en lo que respecta al tiempo, como a los recursos consumidos, necesarios para que las empresas sean capaces de desarrollar productos en ciclos de desarrollo cortos y a precios competitivos, lo que se convierte en el reto para las empresas en mercados más dinámicos y con clientes cada vez más exigentes. El DNP se debe enfocar en el mercado. Como lo sugirió Gaynor (1990), un nuevo producto debería satisfacer las necesidades y deseos del cliente y debería hacer una buena comprensión del mercado (Gaynor, 1990), aunque como lo manifiesta Balachandra & Friar (1997) demasiado análisis de mercado puede frenar a la innovación por lo que debe mantenerse un cuidadoso equilibrio (Balachandra & Friar, 1997).

Para Wang, Hung, & Trappey (2017) el objetivo del diseño de servicios es generar vínculos con personas a través de varios puntos de contacto en el viaje de experiencia; el diseño del servicio no sólo presta atención a los enlaces de las emociones y los servicios al cliente, sino también a la participación de los clientes en el servicio.

2.5. Diseño centrado en el usuario

Para Wang, Hung, & Trappey (2017) el diseño de servicios se refiere a la integración de las interfaces tangibles e intangibles de los sistemas y procesos, donde el diseño de servicios tiene el propósito de proporcionar una mejor experiencia al cliente. El diseño centrado en lo humano es una teoría “basada en las necesidades y los intereses del usuario, con especial hincapié en hacer que los productos sean utilizables y comprensibles” (Norman, 1990, p. 232).

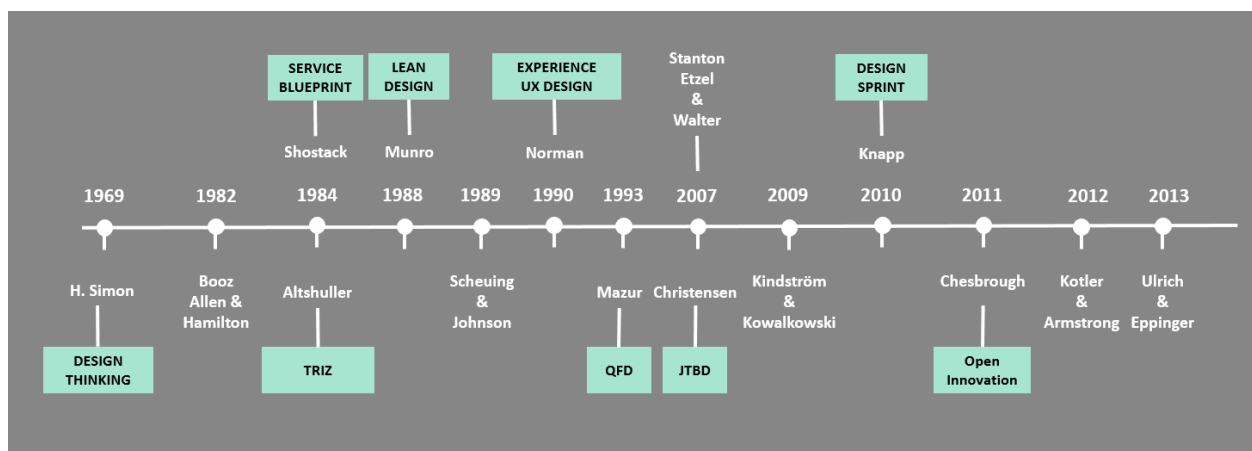
Hollins & Hollins (1991) consideran el diseño de servicios como un método de diseño de experiencia del cliente. En este sentido los puntos de contacto del servicio con el cliente tienen gran relevancia, los usuarios pueden sentir el valor de todo el proceso del servicio y es el momento donde se genera valor para éste (Pullman & Gross, 2004). El servicio es la interacción y la experiencia entregada a los clientes (Wang, Hung, & Trappey, 2017), motivo

por el cual el diseño de servicio debe centrarse en el usuario.

3. Metodologías desarrollo de nuevos productos DNP

En el contexto organizacional actual surge la necesidad de desarrollar nuevos productos (DNP) que den respuesta a las necesidades del mercado y aprovechen las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías. Dentro de las metodologías para el DNP se destacan varios autores, algunos por su relevancia y otros por el número de documentos que los refieren en las bases de datos. En la figura 2 se muestran los diferentes métodos de manera cronológica y se describen a continuación.

Figura 2. Algunas de las metodologías para el desarrollo de nuevos productos



Fuente: Elaboración propia

Design Thinking (1969): La idea del diseño como forma de pensar, el *design thinking*, se remonta a Herbert Simon y su obra la ciencia de lo artificial de 1969. El pensamiento de diseño es un proceso sistemático en el cual los diseñadores generan, evalúan y especifican conceptos para dispositivos, sistemas o procesos cuya forma y función alcance los objetivos del cliente o las necesidades del usuario, al tiempo que satisface un conjunto específico de restricciones (Dym, Agogino, Eris, Frey, & Leifer, 2005). El *design thinking* es un enfoque metodológico centrado en el ser humano para integrar personas, negocios y tecnología. Originalmente fue desarrollado para el desarrollo de nuevos productos tangibles y el diseño de producto físicos, pero posteriormente fue usado para el desarrollo de servicios debido a su versatilidad y a su metodología centrada en el usuario.

Booz, Allen & Hamilton (1982): Como uno de los primeros referentes identificados dentro de la literatura se destaca el de Booz, Allen & Hamilton quienes propusieron una metodología para el desarrollo de productos (bienes y servicios) que se caracteriza por el desarrollo estratégico, la generación de ideas, la selección y evaluación, el análisis del negocio, el desarrollo, las pruebas y finalmente, su comercialización (Booz, Allen, & Hamilton, 1982).

TRIZ (1984): TRIZ fue propuesto por el investigador ruso, Altshuller (1984). Esta se consolidó como una metodología de pensamiento sistémico, y método de diseño muy usado inicialmente para la creación de productos tangibles. TRIZ es un proceso de resolución de problemas estructurado creado sobre la base de análisis de patentes. El proceso comprende tres

etapas: definición del problema, resolución de problemas y evaluación de la solución. Con el tiempo algunos investigadores han aplicado el concepto de TRIZ al sector de los servicios (Wang, Hung, & Trappey, 2017). La Teoría de la Resolución de Problemas Inventiva (TRIZ) se puede aplicar al diseño de servicio de manera efectiva. (Wang, Hung, & Trappey, 2017).

Chai, Zhang, & Tan (2005) demuestra la viabilidad de aplicación de la metodología TRIZ al diseño de servicios, proponiendo incluso un nuevo enfoque al diseño de nuevos servicios. Considera que la metodología no se basa en la inspiración y la experiencia previa del diseñador, lo que representa su mayor fortaleza, resolviendo uno de los eslabones más frágiles en la generación de ideas.

Service Blueprint (1984): El diseño del servicio representa la compleja relación entre humanos, productos (tangibles e intangibles) y proceso. El diseño del servicio permite la descripción precisa y proporciona un mapa de un sistema de servicio, lo que se conoce como *Service Blueprint*, de modo que todos los participantes puedan comprender fácil y objetivamente la operación del proceso comercial. Los planos del servicio ayudan a las empresas a establecer y mejorar los modelos de servicio de sus operaciones y formular las responsabilidades individuales de todos los participantes en el sistema de servicio (Shostack, 1984).

Lean Design (1988): Esta metodología se utiliza para la mejora del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios, que abarca desde la generación de ideas hasta la disposición final del producto al término de su vida útil. Los orígenes del *Lean design* se remontan a 1988 con Sandy Munro. Lo que busca esta metodología es mejorar la calidad del diseño, reducir desperdicios dentro del ciclo de vida del servicio, reducir el tiempo de salida al mercado y el tiempo necesario para obtener una solución. *Lean Design* se ha desarrollado a partir de la idea básica de *Lean Thinking*. Consiste en enfocarse en actividades de valor agregado desde la perspectiva del cliente final (Dombrowski, Schmidt, & Kai, 2014), maximizando el valor del consumidor y minimizando los residuos y los recursos (Brad, Murar, & Brad, 2016).

Scheuing & Johnson (1989): Proponen una metodología para el desarrollo de nuevos servicios que se caracteriza por los objetivos y estrategia, generación de ideas, evaluación de ideas, desarrollo del concepto, evaluación del concepto, análisis del negocio, autorización del proyecto, diseño del servicio y pruebas, proceso, diseño del sistema y pruebas, diseño programa de marketing y pruebas, entrenamiento del personal, prueba de servicio, prueba de mercado y de lanzamiento (Scheuing & Johnson, 1989).

Experience UX Design (1990): UX Design (*User Experience Design*) es una metodología de diseño que tiene por objetivo la creación de productos y servicios que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo. Esta metodología es usada para crear productos y servicios que brinden experiencias significativas y relevantes; donde se permite diseñar visiones y experiencias, con referencia al pensamiento de diseño (*design thinking*) y al diseño centrado en el ser humano (HCD) (Ueda, Matsumoto, & Zempo, 2018).

QFD (1993): Mazur (1993) propuso un enfoque de matrices de despliegue de función, a partir de objetivos de la organización a las necesidades del cliente y luego a las funciones de servicio, lo que contribuye al desarrollo del servicio. Se denominó Quality Function Deployment o QFD. Posteriormente, se realizó una revisión amplia de las investigaciones realizadas de la metodología QFD desde 1990 hasta el 2016 y se realizó una mejora y más completa adaptación a los servicios (Wang, Hung, & Trappey, 2017). El QFD se puede aplicar al campo de innovación de servicios para generar las necesidades de diseño de servicios y procesar los requisitos del servicio en función de las necesidades del cliente.

JTBD (2007): *Jobs to Be Done* es una metodología propuesta por el profesor Clayton

Christensen de Harvard Business School en el año 2007 que ayuda a encontrar las mejores soluciones para las necesidades del mercado. La metodología se basa en identificar las tareas que los clientes quieren hacer (Christensen, Hall, Dillon, & Dunca, 2016)

Stanton, Etzel & Walter (2007): Presentan una metodología de desarrollo de un nuevo producto (bienes y servicios), que pretende disminuir la repetición de trabajo, la detección de fallas tempranas, tiempos más cortos de desarrollo y el aumento de la tasa de éxito (Stanton, Etzel, & Walker, 2007). Las etapas principales en la metodología de DNP son: generación de la idea, filtración de ideas, análisis de negocios, desarrollo de prototipo, pruebas de mercado, comercialización.

Kindström y Kowalkowski (2009)

Proponen un marco de cuatro etapas para el desarrollo de nuevos servicios: percepción del mercado, desarrollo (mezcla esfuerzos entre desarrollo de nuevos servicios y de producto, el cliente hace parte del desarrollo del servicio), ventas y entrega. La gran mayoría de los servicios requieren de personas, la entrega de servicios a menudo requiere una infraestructura de servicios específica.

Design sprint (2010): *Design Sprint* es una metodología que permite prototipar y validar ideas con usuarios finales de manera rápida, con el fin de definir un producto o servicios en cinco fases con tiempo limitado, lo que busca reducir el riesgo al lanzar un nuevo producto o servicio al mercado. La metodología fue propuesta por Google Ventures en el 2010. El *Design Sprint* permite saltar de tener una idea a aprender de los usuarios reales antes de construir algo por completo. La metodología permite una validación rápida para explorar cómo un producto o servicio debe transformarse en uno más valioso (Sari & Tedjasaputra, 2017).

Open Innovation (2011): La innovación abierta significa que las ideas pueden venir desde dentro o fuera de la empresa y también pueden ir al mercado desde dentro o fuera de la empresa. (Chesbrough, 2003). Para el servicio, el proceso se inicia con la participación del cliente: cocrear el servicio para ofrecerle la utilidad que este busca (Chesbrough, 2011).

Kotler & Armstrong (2012): Kotler & Armstrong (2012) manifiestan que las compañías enfrentan un desafío al desarrollar nuevos productos, igualmente deben enfrentar las bajas probabilidades de éxito de estos nuevos productos en el mercado (Kotler & Armstrong, 2012). Para crear productos exitosos, las empresas deben entender a sus consumidores, mercados y competidores, y especialmente como factor diferenciador debe entregar un valor superior a los clientes. Kotler & Armstrong (2012) proponen un proceso para el DNP: generación de ideas, depuración de ideas, desarrollo y prueba de concepto, desarrollo de la estrategia de marketing, análisis de negocio, desarrollo de productos, mercado de prueba y comercialización (Kotler & Armstrong, 2012).

Ulrich & Eppinger (2013): Ulrich & Eppinger en el 2013 proponen una metodología para el desarrollo de producto donde consideran el ciclo de vida del producto que cuenta con un enfoque multidisciplinarios, con el objeto de unir funciones mercadotécnicas, diseño y manufactura. Dentro de las características de éxito de un producto destacan: calidad del producto, costo del producto, tiempo de desarrollo, costo de desarrollo y capacidad de desarrollo. Los autores plantean cinco fase de desarrollo: planeación (identificación de oportunidades, planeación del producto), desarrollo del concepto (generación, selección y prueba de concepto), diseño en el nivel sistema (arquitectura del producto), diseño detallado (diseño industrial, diseño para el ambiente), pruebas y refinamiento (diseño para manufactura, construcción de prototipos, diseño robusto, patentes y propiedad intelectual), inicio de producción (economía de desarrollo del producto administración de proyectos). Al igual, los autores consideran “por nuestro enfoque en productos físicos, no hacemos énfasis en problemas específicos que aparecen en el desarrollo de

servicios o de software” (Ulrich & Eppinger, 2013).

3.1. Caracterización de las metodologías

En la figura 3 se observa una tabla de caracterización de las metodologías más relevantes según la investigación documental realizada, y que podrían aplicarse al diseño de servicios, en orden alfabético: *Blueprint*, DNP, QFD, Triz, según sus características, proceso y limitantes. La caracterización se refiere a los elementos relevantes que identifican la metodología. El proceso es un conjunto de etapas de seguimiento en la metodología y en los limitantes se describen los elementos desfavorables para la metodología.

Figura 3. Caracterización de metodologías de desarrollo de nuevos productos

Metodología	Autor (es)	Características	Proceso	Limitantes
DNP_Diseño y desarrollo de nuevos productos (Generic PND)	Ulrich y Eppinger (2013)	La metodología busca unir las funciones de mercadeo, diseño y manufactura.	Plantean cinco fase de desarrollo: planeación (identificación de oportunidades, planeación del producto), desarrollo del concepto (generación, selección y prueba de concepto), diseño en el nivel sistema (arquitectura del producto), diseño detallado (diseño industrial, diseño para el ambiente), pruebas y refinamiento (diseño para manufactura, construcción de prototipos, diseño robusto, patentes y propiedad intelectual)	Tiene una fuerte orientación a productos tangible y usa como herramientas el diseño industrial, lo que genera limitantes para productos intangibles. Se enfoca en productos físicos, no hace énfasis en los problemas específicos que aparecen en el desarrollo de servicios.

<p>TRIZ</p>	<p>Chai, Zhang, n (2005)</p>	<p>Posibilita la aplicación de la metodología TRIZ al diseño de servicios, porpone un nuevo enfoque al diseño de nuevos servicios. No se basan en la inspiración y la experiencia previa del diseñador (centrándose en lo conocido), lo que representa su mayor fortaleza; lo que resuelve uno de los eslabones más fragiles: la generación de ideas.</p>	<p>TRIZ es un proceso de resolución de problemas estructurado creado sobre la base de análisis de patentes. El proceso comprende tres etapas: definición del problema (análisis de la situación, modelado de problemas, formulación del problema, análisis de resultados), resolución de problemas (análisis de contradicción, eliminación de la contradicción.) y evaluación de la solución (formular la solución ideal, priorizar ideas, formular las limitaciones locales, refinar ideas). Para el diseño de servicio los principios inventivos de TRIZ son ajustados para los servicios</p>	<p>Se debe ampliar y concretar la base de conocimiento de TRIZ para el desarrollo de nuevos servicios, esto debido a que originalmente fue concebido para resolver problemas técnicos, no de servicios.</p>
<p>Service</p>	<p>Mazur (1993)</p>	<p>Es utilizado para identificar problemas, conocer las necesidades del servicios y para procesar los requerimientos de servicio. QFD favorece la reducción de</p>	<p>Se cambia la producción al servicio, a un sistema y procedimientos para ayudar al plan y desarrollo de servicios, asegurar que se cumplan o superan las expectativas del cliente. La</p>	<p>A menudo falla en proporcionar soluciones eficaces para eliminar las posibles contradicciones que salen en el proceso. QFD en servicio se basa en gran medida de las experiencias pasadas de los</p>

		costes de diseño y tiempo. QFD permite el manejo cuantitativo de la información para el diseño de servicios.	metodología es un proceso de cuatro fases que abarca actividades a lo largo del ciclo de desarrollo del producto: definición del producto, desarrollo del servicio, desarrollo del proceso, control de calidad del proceso.	participantes, lo que puede generar creatividad limitada.
Service Blue print	Shostack (1984)	Es una metodología para el diseño de servicio al igual que se ha empleado en el diagnostico de problemas. Blueprinting para servicio puede ser utilizado para analizar los procesos detallados para manejar el contexto empresarial.	El proceso de diseño involucra: identificar el proceso, puntos de falla aislados, establecer el marco de tiempo, analisis de rentabilidad,	Blueprinting es una herramienta utilizada para representar y analizar todos los procesos involucrados en la prestación de un servicio, limita el desarrollo completo del servicio en la comercialización.
Design ing	H. Simon (1969)	El designthinking es un enfoque metodológico centrado en el ser humano para integrar personas, negocios y tecnología. Originalmente fue desarrollado para el desarrollo de nuevos productos tangibles y el diseño de producto físicos, pero	Es un proceso sistemático iterativo de exploración orientado a la creación y prueba de nuevos conceptos y soluciones. Sus etapas: empatizar, definir, idear, prototipar, evaluar. El proceso esta apoyado con una	Requiere un equipo multidisciplinario para poder obtener buenos resultados, esto en algunas ocasiones puede ser un inconveniente.

		posteriormente fue usado para el desarrollo de servicios debido a su versatilidad y a su metodología centrada en el usuario	gran serie de herramientas desarrolladas por diversos autores.	
Open innovation	Chesbrough (2011)	Se basa en la creación de nuevos agentes para los proyectos, se incluyen DNP.	El proceso general inicia con el contexto de innovación, ideación, selección, incubación y comercialización.	La cooperación o el desarrollo compartido de empresas hace complejo la propiedad intelectual y su manejo adecuado; igualmente si el cliente participa en el desarrollo y no se clarifican los derechos de P.I. se pueden generar conflictos y reclamaciones en un futuro.

Fuente: Elaboración propia

4. Avances en el ejercicio local para selección de metodologías de DNP.

Actualmente se está desarrollando una investigación que busca hacer una propuesta para la selección de metodologías de DNP en las empresas afiliadas a la cadena productiva de la construcción en el área metropolitana del Valle de Aburrá.

De manera preliminar, se ha encontrado que en el gremio de la construcción local, muchas organizaciones no disponen de procesos o métodos para la selección de una metodología para el DNP que les permitan aumentar la tasa de éxito de los nuevos productos lanzados al mercado y que, inclusive algunas, no aplican metodologías sistemáticas para DNP. Esto debido en parte, al desbalance entre sus esfuerzos en actividades diarias y en las actividades estratégicas que permitan la sostenibilidad organizacional. Algunas empresas utilizan alguno de los métodos descritos anteriormente: *design thinking*, cocreación de valor, *deep dive* y *open innovation*. Dentro de los más referidos por las empresas se destaca el *design thinking* debido en parte, al nexo que tiene esta con la arquitectura. Se ha identificado también, mediante encuestas estructuradas, la necesidad de realizar una propuesta de diagnóstico organizacional que permita cuantificar las capacidades de las empresas para el DNP y su grado de madurez al respecto, lo que generaría sinergia entre: (1) las capacidades organizaciones de DNP y (2) la metodología de DNP seleccionada. También se espera tener datos determinantes de la tasa de éxito de los nuevos servicios en el sector de la construcción de la región.

5. Discusión y análisis

El desarrollo de nuevos productos supone grandes riesgos para las organizaciones. Las actividades involucradas en la introducción de nuevos productos deben manejarse con criterios y metodologías que disminuyan el riesgo de un fracaso y aumenten las posibilidades de éxito. La definición de los métodos existentes para el DNP es el primer paso en la caracterización de la empresa y sus capacidades, antes de abordar algún método en cuestión. Al igual es relevante considerar el grado de intangibilidad del producto a desarrollar y las características del servicio a diseñar.

En el caso de los servicios, no se encuentran metodologías estructuradas de diseño específico. Por ello, la definición de las variables del sistema de análisis es básico para la correcta definición del problema. En este caso, se realizó la definición de servicio, buscando su relación con la definición de producto y, a partir de éste, buscar puntos de coincidencia con las metodologías de diseño aplicadas a éstos.

Las metodologías para DNP revisadas apuntan al mejoramiento de la eficiencia, tanto en lo que respecta al tiempo, como a los recursos consumidos necesarios para que las empresas sean capaces de desarrollar productos con mejor tasa de éxito. Se han identificado varias metodologías aplicables al diseño de servicios.

Los aspectos que determinan el éxito del DNP son: la estrategia de la organización, su dirección, su estructura organizacional, las metodologías de DNP, su personal e información (Munuera Alemán & Rodríguez Escudero, 2015).

6. Conclusiones

La introducción de nuevos productos en el mercado es esencial para el posicionamiento competitivo de las organizaciones y su supervivencia a largo plazo, lo que resulta esencial para todo tipo de organización dando una relevancia estratégica al DNP.

Algunos de los métodos desarrollados para el DNP, pueden ser utilizados para el desarrollo de nuevos servicios. El desarrollo de nuevos servicios se debe enfocar en el mercado. Como lo sugirió Gaynor (1990), un nuevo producto debería satisfacer las necesidades y deseos del cliente mediante la correcta comprensión del mercado (Gaynor, 1990).

El desbalance de los esfuerzos en actividades diarias y en actividades estratégicas que permitan la sostenibilidad organizacional en el largo plazo, influye en la dificultad para seleccionar adecuadamente métodos para diseño y desarrollo de nuevos productos o servicios. Adicionalmente, esta situación puede influir directamente en la tasa de éxito de los nuevos servicios lanzados al mercado del sector de la construcción en la región.

Muchas organizaciones no disponen de procesos o métodos para la selección de una metodología para el desarrollo de nuevos productos que les permitan aumentar la tasa de éxito de los nuevos productos lanzados al mercado. Este proceso de selección debe tener presente las capacidades y recursos organizacionales para el DNP, lo que significa emparentar adecuadamente una metodología para el DNP y las capacidades organizacionales.

Como trabajo futuro, se contempla el desarrollo de un instrumento que permita emparentar las capacidades, recursos y contexto de la empresa, con los métodos de diseño de nuevos productos- servicios de manera adecuada.

7. Referencias

- Balachandra, R., & Friar, J. H. (Agosto de 1997). Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation: A Contextual Framework. *IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT*, 44(3).
- Berdugo Correa, C., Oviedo Trespalacios, Ó., Peñabaena Niebles, R., Luna Amaya, C., & Nieto Bernal, W. (febrero de 2014). Diseño y desarrollo de servicios: una nueva perspectiva desde el ciclo de vida. *Interciencia*, 39(2), 111-115. Recuperado el enero de 2018
- Booz, Allen, & Hamilton. (1982). New Products Management for the 1980s. En Booz, Allen, & Hamilton, *New Products Management for the 1980s* (págs. 11-18). New York: Jones & Bartlett Learning.
- Brad, S., Murar, M., & Brad, E. (2016). Methodology for lean design of disruptive innovations. *Elsevier*, 153-159.
- Bravo, A. X. (2015). *La gestión de la innovación en las empresas de servicios intensivas en conocimiento tecnológico en Cataluña. Tesis Doctoral*. Cataluña: Universitat de Girona.
- Chai, K. H., Zhang, J., & Tan, K. C. (2005). A TRIZ-Based Method for New Service Design. *Journal of Service Research*, 48-66.
- Chesbrough, H. (2011). Bringing open innovation to services. *MIT Sloan Management Review*, 52(2), 84-90.
- Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: the New Imperative for creating and profiting from technology*. Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., Hall, T., Dillon, K., & Dunca, D. S. (September de 2016). Know your customers' "jobs to be done". *Harvard Business Review*, 10.
- Cooper, R. (February de 1998). Benchmarking New Product Performance: results of the best practices study. *European Management Journal*, Vol 16(No 1), 1-17.
- Dombrowski, U., Schmidt, S., & Kai, S. (2014). Analysis and integration of Design for X approaches in Lean Design as basis for a lifecycle optimized product design. *Elsevier*, 385-390.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (January de 2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education*, 103-121.
- Gaynor, G. H. (1990). Selecting Projects. *Res. Technol. Manage*, 33.
- Grönroos, C. (2008). Service logic revisited: who creates value? And who co-creates? *European Business Review*, 20(4), 298-314.
- Helo, P., Gunasekaran, A., & Rymaszewska, A. (2017). *Designing and Managing Industrial Product-Service Systems*. Dallas: Springer International Publishing Switzerland.
- Jaramillo, M. F. (1997). *El desarrollo de productos: la herramienta para la competitividad (Trabajo de grado ed.)*. Medellín: Escuela de ingeniería de Antioquia.
- Johnson, S. P., Menor, L. J., Roth, A. V., & Chase, R. B. (2000). A Critical Evaluation of the New Service Development Process: Integrating Service Innovation and Service Design. En & M. J. A. Fitzsimmons, *New Service Development: Creating Memorable Experiences* (págs. 1-32). California: Sage.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Marketing* (Decimocuarta ed.). México D.F.: Pearson.
- Kotter, J. P. (2015). *Acelerar. Conecta*.
- Lovelock, C., & Wirtz, J. (2009). *Marketing de servicios. Personal, tecnología y estrategia* (Sexta ed.). México: Pearson Prentice Hall.
- Mootee, I. (2014). *Design Thinking para la innovación estratégica*. Barcelona: Ediciones Urano.
- Morales, M., & León, A. (2013). *Adiós a los mitos de la innovación: una guía práctica para implementar la innovación en América Latina*. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos.
- Munuera Alemán, J. L., & Rodríguez Escudero, A. I. (2015). *Estrategias de marketing: un enfoque basado en el proceso de dirección* (Segunda ed.). Madrid: Alfaomega.
- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Madrid: Nerea.
- Product Development and Management Association. (2013). *The PDMA handbook of new product development* (tercera ed.). (K. B. Kahn, Ed.) New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Pullman, M. E., & Gross, M. A. (2004). Ability of experience design elements to elicit emotions and loyalty behaviors. *Decision Sciences*, 551-578.
- Sari, E., & Tedjasaputra, A. (2017). Designing valuable products with design sprint. *INTERACT, Part IV*, 391-394.
- Scheuing, E. E., & Johnson, E. M. (1989). A proposed model for new service development. *The Journal of Services Marketing*, 3(2), 25-34.
- Schnarch Kirberg, A. (2014). *Desarrollo de nuevos productos: creatividad, innovación y marketing* (Sesta

- ed.). Bogotá: McGraw-Hill.
- Schuh, G., Wetterney, T., Lau, F., & Schröder, S. (2016). Next generation hardware development: Framework for a tailorable development method. *Technology Management For Social Innovation, Proceedings* (pp. ., 2563– 2572).
- Schumpeter. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. Cambridge: Harvard University Press.
- Shostack, G. L. (1984). Designing services that deliver. *Harvard Business Review*, 62(1), 133-139.
- Stanton, W. J., Etzel, M. J., & Walker, B. J. (2007). *Fundamentos de Marketing* (Decimocuarta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Ueda, Y., Matsumoto, K., & Zempo, H. (January de 2018). User Experience Design in Fujitsu. *Fujitsu Sci Tech. J.*, 54(1), 3-8.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (Quinta ed.). Mexico D.F., Mexico: Mc Graw Hill. Recuperado el 2017
- Valadez Sánchez P, M. Z. (Julio-Agosto de 2005). Factores determinantes de la competitividad de los servicios: la importancia de la innovación. *ICE*, 71-91.
- Wang, Y. H., Hung, C., & Trappey, A. (2017). Service Design Blueprint Approach Incorporating TRIZ and Service QFD for a Meal Ordering System: A Case Study. *Computers & Industrial Engineering*, 1-30.
- Young, E. &. (7 de junio de 2011). *Ernst & Young Global Limited*. Obtenido de <https://www.ey.com/gl/en/industries/consumer-products/eleven-risks-for-consumer-products-companies>

Negócios a serem modificados em seus Modelos de Receitas com os Veículos Autônomos: Uma Revisão Bibliométrica

Larissa Garcia Gomes

Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Administração e Economia, Brasil

lala.gomes@gmail.com

Joel Yutaka Sugano

Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Administração e Economia, Brasil

joel.sugano@gmail.com

Resumo

A adoção de Veículos Autônomos como um novo modal de transporte terá amplos efeitos, não apenas no sistema de transporte, mas em muitos outros aspectos, tais como a modificação do modelo de negócios de um mercado, mais especificamente em seu modelo de receitas. No entanto, ainda não está claro como, quando e quais serão os negócios que sofrerão mudanças em seus modelos de receitas com a inserção dos Veículos Autônomos. Portanto, o objetivo deste estudo é mapear o panorama de pesquisas sobre as novas economias de Veículos Autônomos de forma a identificar quais serão os negócios mais propícios a sofrerem mudanças em seus modelos de receitas com a inserção desse modal. Para isso, utilizou-se como metodologia uma revisão de literatura com enfoque bibliométrico e abordagem sistemática qualitativa e os dados foram coletados na base Web of Science. Os resultados apontam que 31 negócios poderão ser modificados com o advento dos Veículos Autônomos, tanto no setor público quanto no setor privado. Este trabalho é capaz de fornecer aos negócios identificados a necessidade de antecipar seu realinhamento estratégico devido às possíveis mudanças que ocorrerão em seus modelos de receitas com a inserção dos Veículos Autônomos na sociedade.

Palavras-chave

Modelo de receita; Nova economia; Modelo de negócios; Veículos Autônomos.

1. Introdução

A sociedade está à beira de experimentar uma série de transformações radicais com o advento dos Veículos Autônomos (VAs), como uma grande redução na propriedade privada de veículos, reduções no congestionamento, serviços de carro sem motorista, diminuição dos acidentes, dentre outros (Anderson et al., 2016; Kane & Whitehead, 2017). A combinação de automatização com veículos elétricos permitirá, ainda, uma conveniência mais vantajosa financeiramente em relação aos veículos tradicionais movidos à petróleo (Loeb, Kockelman & Liu, 2018).

Dessa forma, a adoção de Veículos Autônomos como um novo modal de transporte dentro dos contextos de mobilidade, terá amplos efeitos, não apenas no sistema de transporte, mas em muitos outros aspectos, gerando profundos impactos econômicos em muitas indústrias e mercados em torno do mundo (Hawkins & Habib, 2018; Clementes & Kockelman, 2017). Um desses aspectos envolve a modificação do modelo de negócios de um mercado, mais

especificamente em seu modelo de receitas. Isso ocorrerá e fica mais fácil de vislumbrar, a partir de algumas questões:

1. Por qual razão você possuiria um carro autônomo, que fica estacionado 95% do tempo, se você pudesse acessar um, sob demanda, por menos dinheiro?

2. Por que você continuaria a pagar impostos, reparos e manutenção, taxas de estacionamento, custos com combustível, seguro de motorista ou até mesmo aprender a dirigir se não precisasse? (Skeete, 2018).

Tais questões são legítimas no contexto abordado e são necessárias para repensar a lógica de criação de valor ao oferecer mobilidade aos clientes e, provavelmente, dará origem a novos modelos de negócios (Teece, 2010), impactando as receitas de um mercado. Espera-se, assim, que a combinação da tecnologia automatizada do veículo com o restante do mercado, seja um elemento impulsionador para o estabelecimento de futuras estratégias corporativas e políticas industriais (Yun et al., 2016).

A previsão é que os Veículos Autônomos economizem tempo e dinheiro de muitos viajantes, reduzindo, também, o tamanho das frotas de veículos pessoais em uso hoje (Fagnan, Kockelman & Bansal, 2019), o que pode atingir drasticamente as receitas da indústria automotiva. Além disso, quando analisamos os veículos elétricos autônomos, espera-se que seu custo de manutenção seja relativamente alto devido ao custo de suas baterias, porém, em contrapartida, os postos de gasolina – de modo geral – são bastante comuns enquanto as estações de carregamento elétrica são escassas (Loeb, Kockelman & Liu, 2018), o que pode gerar novos modelos de receitas em novas oportunidades de negócios.

De acordo com Loeb, Kockelman & Liu (2018) a automatização dos veículos permitirá muitas estratégias de cobrança específicas e otimizáveis. No entanto, ainda não está claro como, quando e quais serão os negócios que sofrerão mudanças em seus modelos de receitas com a inserção dos Veículos Autônomos. Consequentemente, esse estudo pretende responder à seguinte questão de pesquisa: Quais serão os negócios afetados com o advento dos Veículos Autônomos? Especificamente, o objetivo deste estudo é mapear o panorama de pesquisas sobre as novas economias de Veículos Autônomos de forma a identificar quais serão os negócios mais propícios a sofrerem mudanças em seus modelos de receitas com a inserção desse modal.

Além desta introdução, o artigo está estruturado em mais cinco seções. Na seção seguinte são abordados a base teórica que subsidia este estudo, sendo que a mesma está estruturada em duas partes, uma que aborda questões relacionadas aos Veículos Autônomos e outra que discute sobre o modelo de receita no modelo de negócios. Na terceira seção é descrita a metodologia aplicada na presente pesquisa, que se define como teórico-bibliográfica com enfoque bibliométrico e abordagem sistemática qualitativa. Na quarta seção são apresentados, respectivamente, os resultados e discussão, divididos em bibliométrico (evolução das publicações, países e áreas de pesquisa que mais publicaram sobre o tema) e sistemático qualitativo (descrição dos negócios que serão afetados em suas receitas com os VAs). A conclusão do trabalho, contribuições e sugestões de estudos futuros são apresentados na seção cinco e, por fim, na sexta seção apresenta-se as referências utilizadas na construção do estudo.

2. Base Teórica

2.1. Veículos Autônomos

A tecnologia de condução autônoma provavelmente terá o efeito mais profundo sobre a

natureza e o uso de carros, oferecendo a perspectiva de reduzir drasticamente o custo da viagem com a eliminação do motorista, compartilhamento de carros sob demanda com Veículos Autônomos, redução da taxa de acidentes através da eliminação de erro humano, entre outras (Webb, 2019; Fagnant & Kockelman, 2015).

A Comissão Europeia definiu veículo automatizado como a tecnologia que permite ao condutor passar para os sistemas de bordo parte das responsabilidades associadas à condução; e veículo autônomo é aquele veículo totalmente automatizado, equipado com tecnologia para realizar todas as funções associadas à condução sem intervenção humana (Michałowska & Ogłodziński, 2017). Na literatura, é possível encontrar vários termos relacionados, tais como veículos/carros autônomos, robôs semelhantes a carros, veículos inteligentes, carros sem motorista (Gandia et al., 2018). Para evitar ambiguidade de termos e conceitos, a Sociedade de Engenheiros Automotivos (SAE International) utilizou o termo “sistemas automatizados de direção” (ADS), criando uma classificação de seis níveis de veículos, indo do nível 0 – sem automação até o nível 5 – automação completa (Tabela 1). Essa classificação leva em conta alguns fatores, como a capacidade do veículo controlar sua posição e qual a atenção dispensada pelo motorista ao automóvel durante o trajeto (SAE, 2016).

Tabela 1. Níveis de automação de direção para veículos - classificação SAE.

<i>Nível</i>	<i>Descrição</i>
<i>Nível 0: sem automação</i>	O desempenho do veículo está o tempo inteiro com o condutor humano em todos os aspectos da direção, mesmo quando melhorado por sistemas de aviso ou intervenção.
<i>Nível 1: assistência ao motorista</i>	Algumas funções específicas são executadas por um sistema de assistência ao condutor, como de direção ou aceleração/desaceleração, usando informações sobre o ambiente de direção e com a expectativa de que o motorista humano execute todos os aspectos restantes da tarefa de direção dinâmica.
<i>Nível 2: automação parcial</i>	Algumas funções específicas são executadas por um ou mais sistemas de assistência ao condutor, tanto de direção quanto de aceleração/desaceleração, usando informações sobre o ambiente de direção e com a expectativa de que o motorista humano execute todos os aspectos restantes da tarefa de direção dinâmica.
<i>Nível 3: automação condicional</i>	O desempenho específico do modo de condução é realizado por um sistema de condução automatizado em todos os aspectos da tarefa de condução dinâmica, com a expectativa de que o condutor humano responda adequadamente a um pedido de intervenção.
<i>Nível 4: alta automação</i>	O desempenho específico do modo de condução é realizado por um sistema de condução automatizado em todos os aspectos da tarefa de condução dinâmica, mesmo se um condutor humano não responder adequadamente a um pedido de intervenção.
<i>Nível 5: automação completa</i>	O desempenho é realizado o tempo inteiro por um sistema de condução automatizado em todos os aspectos da tarefa de condução dinâmica, em todas as condições rodoviárias e ambientais que podem ser geridas por um condutor humano.

Fonte: (Michałowska & Ogłodziński, 2017) com base na SAE International, tradução própria.

No senso comum, o termo veículo autônomo aplica-se ao veículo que, certas funções associadas ao seu movimento são realizadas automaticamente, sem intervenção humana ou com sua participação limitada (Michałowska & Ogłodziński, 2017).

2.2. Modelo de Receita em Modelo de Negócios

O termo “modelo de negócios” tem sido analisado com outros termos como o de estratégia, modelo econômico e modelo de receita, pois ainda não houve um consenso na literatura da definição do conceito (DaSilva & Trkman, 2014). Conforme Chesbrough & Rosenbloom (2002), um modelo de negócios pode ser entendido como um modelo estrutural que descreve a arquitetura organizacional e financeira de uma empresa e apresenta várias funções, formando atributos que exercem funções coletivas e adicionais:

1. articular a proposição de valor, ou seja, criar valor para os usuários;
2. identificar um segmento de mercado e especificar o(s) mecanismo(s) de geração de receita para a empresa;
3. definir a estrutura da cadeia de valor dentro da empresa, necessária para criar e distribuir a oferta e determinar os ativos complementares necessários para apoiar a posição da empresa nessa cadeia;
4. estimar a estrutura de custos e o potencial de lucro da produção da oferta, dada a proposta de valor e a estrutura da cadeia de valor escolhida;
5. descrever a posição da firma dentro da rede de valor, vinculando fornecedores e clientes, incluindo a identificação de potenciais complementadores e concorrentes;
6. formular a estratégia competitiva pela qual a empresa inovadora ganhará e terá vantagem sobre os rivais.

Para Osterwalder & Pigneur (2011), um modelo de negócios é definido como “a lógica de como uma organização cria, entrega e captura valor”, sendo que o modelo de receita representa a relação entre os custos para produzir a proposição de valor e as receitas que são geradas, oferecendo a proposta de valor aos clientes. Segundo esses autores, as receitas constituem um bloco de composição do modelo de negócios na estrutura de custos.

Dessa forma, o modelo de receita da empresa desempenha um papel importante na apropriação de valor, pois um modelo de receita complementa um modelo de negócios, assim como uma estratégia de preços complementa o design de um produto (Zott & Amit, 2010).

De acordo com Dennstedt & Koller (2017) o termo modelo de receita pode ser definido de várias maneiras:

1. O modelo de receita é o modelo que define como a empresa cria valor para si mesma enquanto fornece valor ao cliente;
2. Responde às perguntas fundamentais que todo gerente deve fazer: Como ganhamos dinheiro nesse negócio? Qual é a lógica econômica subjacente que explica como podemos entregar valor aos clientes a um custo adequado?
3. Inovação no modelo de receita representa inovação na forma como as receitas são geradas, por exemplo, através da reconfiguração do mix de valor do produto-serviço ou novos modelos de precificação.

Assim, o modelo de receita se assemelha a uma estratégia de preços para produtos ou serviços específicos, ou seja, refere-se aos modos específicos em que um modelo de negócios permite a geração de receita (Zott & Amit, 2010).

3. Metodologia

O presente trabalho realizou uma revisão bibliométrica sistemática, visando analisar as características dos documentos encontrados na busca, a fim de compreender e caracterizar o campo de estudo, analisar a evolução das publicações a respeito do tema e encontrar evidências de pesquisas futuras.

Através dos resultados da análise bibliométrica é possível conhecer os temas de interesse da academia e as principais atividades dos pesquisadores, a fim de encontrar as inovações e tendências de estudo em uma área específica (Bordons & Zulueta, 1999). O objetivo geral deste estudo foi mapear o panorama de pesquisas sobre as novas economias de veículos autônomos.

As revisões sistemáticas, além de trazer uma análise quantitativa para a pesquisa, oferece, também, uma abordagem qualitativa acerca das evidências relevantes dos artigos analisados e, especialmente na área de negócios, existe a necessidade de manter estudos dessa natureza, em razão dos inúmeros subtópicos que o campo apresenta (Mendes-Da-Silva, 2019). No caso específico deste trabalho, a abordagem sistemática fornece uma visão geral qualitativa de quais serão os negócios possivelmente afetados com a inserção dos veículos autônomos.

Este trabalho foi realizado em março de 2019 e a base de dados utilizada foi a Web of Science (WoS) onde, buscou-se pelos termos “revenue_model”, “monetiz*”, “pric*”, “econom*” utilizando o operador booleano “OR” entre eles, combinando – operador booleano “AND” – com os termos utilizados por Gandia et al. (2018) em sua revisão bibliométrica. O operador estrela "*" foi usado para garantir que os termos no plural fossem incluídos nos resultados da pesquisa. A pesquisa resultou em um total de 381 artigos. Todos os títulos e resumos dos artigos foram analisados para permitir uma melhor filtragem. Assim, dos 381, 326 artigos foram excluídos, seja porque não puderam ser obtidos (29) ou não estavam relacionados ao problema de pesquisa (297). Em seguida, os 55 artigos pertinentes à pesquisa, foram analisados de forma descritiva.

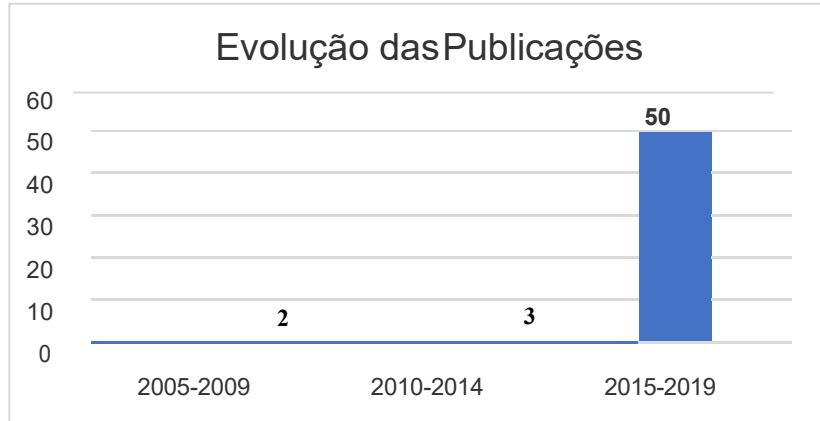
4. Resultados e Discussão

Nesta seção são descritos e discutidos os resultados obtidos através da pesquisa.

4.1. *Análise Bibliométrica*

O primeiro aspecto a se considerar é em relação à evolução das publicações – Figura 1. Dos 55 artigos analisados, apesar de não haver limitação de data na busca realizada na base de dados, o campo de estudo investigado teve início com dois trabalhos publicados, um em 2006 e outro em 2007, e três trabalhos entre 2010 a 2014, não havendo números expressivos de publicações durante esses nove anos. Contudo, percebe-se a partir de 2015 um aumento de interesse pelo tema, indicado pela publicação de 50 artigos (90,9%).

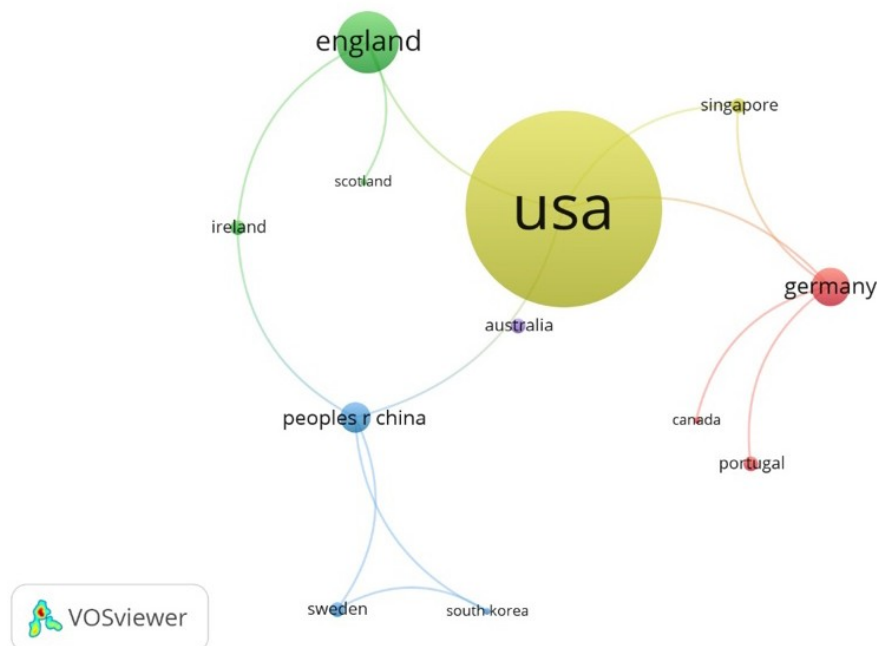
Figura 1. Evolução das publicações.



Fonte: Elaboração própria.

Com relação aos países, com base na análise feita pelo software VosViewer – Figura 2, o primeiro lugar é ocupado pelos Estados Unidos com 45% das publicações, o que pode ser explicado pelo número considerável de empresas relacionadas à VAs, totalizando 163 sedes (KPMG, 2018). O segundo lugar é ocupado pela Inglaterra com 14%, confirmando o interesse do governo e da indústria no financiamento de pesquisas em veículos autônomos, através de um programa apoiado pelo Centro de Veículos Conectados e Autônomos – CCAV (GATEWay, 2018), seguido da Alemanha (9%), onde empresas como Audi, BMW e Mercedes já realizam testes de direção automatizada e China (7%), que tem a intenção de despontar em termos de veículos elétricos e VAs até 2030 (Gandia et al., 2018).

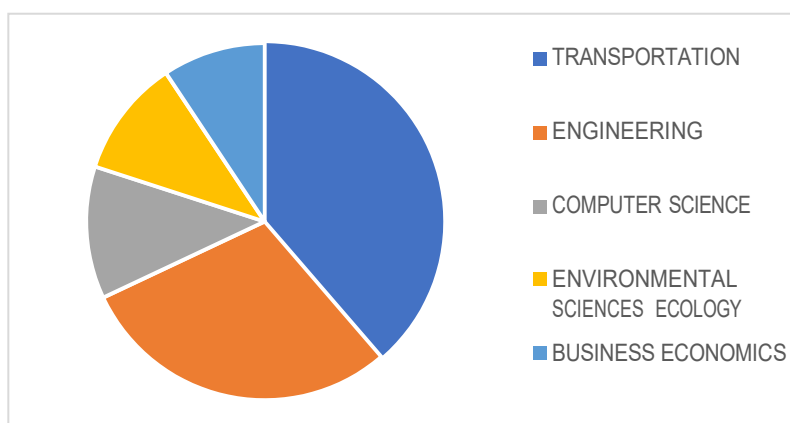
Figura 2. Países que mais publicaram sobre o tema.



Fonte: Elaboração própria com o uso do VosViewer.

As cinco áreas de pesquisa que mais contribuíram com o tema – Figura 3, é a de Transporte (52%), Engenharia (40%), Ciência da Computação (16%) e Ciências Ecológicas e Ambientais (14%), estando a área de Economia de Negócios somente na quinta posição com 12%, com a ressalva de que um artigo pode ocupar mais de uma área ao mesmo tempo. Pode-se inferir, desta forma, que até mesmo quando se trata de um campo da Economia e/ou da Administração, como é o tema de modelos de receitas em modelos de negócios, a área técnica de veículos autônomos é quem está liderando e demandando a devida atenção para a ocorrência de futuras modificações nos negócios.

Figura 3. Áreas de pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

4.2. Análise Sistemática

Nesta parte são apresentadas as principais contribuições encontradas, ou seja, quais são os negócios mais propícios a sofrerem mudanças em seus modelos de receitas com a inserção dos VAs. Para chegar nesse resultado, foram realizadas análises em cada um dos 55 artigos considerando assuntos relacionados ao problema de pesquisa. É importante considerar que um artigo foi capaz de apresentar mais de um negócio que poderá sofrer alterações em suas receitas, sendo que todas as indicações foram abordadas na análise, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Negócios impactados com o advento dos VAs.

Artigo	Autor	no	etor	S	Negócio que será impactado
Fuel economy improvements for urban driving: Hybrid vs. intelligent vehicles	Manzie, Watson & Halgamuge	007		Público e Privado	Posto de combustível
Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles	Wadud, MacKenzie & Leiby	016		Público e Privado	Posto de combustível/ Departamento de trânsito/ Indústria automotiva/ Seguradora/ Estação de recarga elétrica/ Novos Modelos de Negócios - Custo do Tempo de Viagem
Plug-in hybrid electric vehicles and smart grids: Investigations based on a microsimulation	Waraich et al.	013		Público e Privado	Indústria automotiva/ Estação de recarga elétrica

Model predictive control for adaptive cruise control with multi-objectives: comfort, fuel-economy, safety and car-following	Luo, Liu, Li & Wang	010	Público e Privado	P	Posto de combustível
Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach	Zhang, Guhathakurta, Fang & Zhang	015	Público e Privado	P e	Estacionamentos
Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research	Milakis, van Arem & van Wee	017	Público e Privado	F e	Posto de combustível/ Concessionária de transporte público/ Estacionamentos/ Seguradora/ Indústria automotiva/ Redução de custos trabalhistas/ Novos Modelos de Negócios - Custo do Tempo de Viagem
Fuel economy testing of autonomous vehicles	Mersky & Samaras	016	Público e Privado	F	Posto de combustível
The governance of smart mobility	Docherty, Marsden & Anable	018	Público e Privado	F	Estação de recarga elétrica/ Indústria automotiva/ Novos Modelos de Negócios - Dados
Cost-based analysis of autonomous mobility services	Boesch, Becker, Becker & Axhausen	018	Público e Privado	F	Concessionária de transporte público/ Estação de recarga elétrica/ Posto de combustível/ Loja de manutenção/ Seguradora/ Indústria automotiva/ VAs como renda secundária - Carga e Logística/ Redução de custos trabalhistas
Mechanism of vehicular periodic operation for optimal fuel economy in free-driving scenarios	Li, Hu, Li & Ahn	015	Público e Privado	F	Posto de combustível
Trends in onroad transportation energy and emissions	Frey	018	Público e Privado	F e	Posto de combustível/ Novos Modelos de Negócios - Custo do Tempo de Viagem
Economic Effects of Automated Vehicles	Clements & Kockelman	017	Público e Privado	F	Posto de combustível/ Departamento de trânsito/ Infraestrutura urbana/ Estacionamentos/ Concessionária de transporte público/ Indústria automotiva/ Loja de manutenção/ Seguradora/ Novos Modelos de Negócios - Software e Hardware/ Empresa de frota de caminhões/ Redução de custos trabalhistas/ Serviços médicos e advocatícios/ Novos Modelos de Negócios – Dados
Modeling shared autonomous electric vehicles: Potential for transport and power grid integration	Iacobucci, McLellan & Tezuka	018	Público e Privado	F	Estação de recarga elétrica
Semi-autonomous vehicle motor insurance: A Bayesian Network risk transfer approach	Sheehan et al.	017	Público e Privado	F	Departamento de trânsito/ Seguradora

A set of tools for making urban transport more sustainable	Malasek	016	úblico e Privado	F	Infraestrutura urbana
Dawn of autonomous vehicles: review and challenges ahead	Sousa, Almeida, Coutinho-Rodrigues & Natividade-Jesus	018	úblico e Privado	F	Posto de combustível/ Estação de recarga elétrica/ Departamento de trânsito/ Indústria automotiva/ Loja de manutenção/ Redução de custos trabalhistas/ Seguradora/ Estacionamento
Economic Assessment of Autonomous Electric Microtransit Vehicles	Ongel et al.	019	úblico e Privado	F	Concessionária de transporte público/ Seguradora
Exploring the Economic, Environmental, and Travel Implications of Changes in Parking Choices due to Driverless Vehicles: An Agent-Based Simulation Approach	Harper, Hendrickson & Samaras	018	úblico e Privado	F	Estacionamentos/ VAs como renda secundária - Carga e Logística
Anticipating the Regional Impacts of Connected and Automated Vehicle Travel in Austin, Texas	Zhao & Kockelman	018	úblico e Privado	F	Estacionamentos
A Review on Energy, Environmental, and Sustainability Implications of Connected and Automated Vehicles	Taiebat et al.	018	úblico e Privado	F	Infraestrutura urbana/ Concessionária de transporte público/ Posto de combustível/ Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem/ Redução de custos trabalhistas/ Novos Modelos de Negócio - Mobilidade sob demanda/ Indústria automotiva/ Hotel/ Companhia aérea
Fuel economy testing of autonomous vehicles (vol 65, pg 31, 2016)	Mersky & Samaras	018	úblico e Privado	F	Posto de combustível
Secure, Resilient, and Safety Critical Architecture of Charging Stations for Unsupervised Autonomous Vehicles	Kazi et al.	018	úblico e Privado	F	Estação de recarga elétrica
Use of ICT for sustainable transportation	Agarwal & Alam	018	úblico e Privado	F	Posto de combustível/ Estacionamentos/ Seguradora/ Novos Modelos de Negócio - Dados
Prospects of development of land driverless trucks	Bakhmutov et al.	018	úblico e Privado	F	Posto de combustível/ Empresa de frota de caminhões
Fuel Economy Assessment of Semi-Autonomous Vehicles Using Measured Data	Pourabdollah et al.	017	úblico e Privado	F	Posto de combustível
SWOT Analysis and Evaluation of a Driverless Carsharing Model	Geldmacher & Plesea	016	úblico e Privado	F	Posto de combustível/ Estacionamentos/ Indústria automotiva/ Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem/ Novos Modelos de Negócio - Dados
Agricultural robots -	Pedersen,			F	Redução de custos trabalhistas

system analysis and economic feasibility	Fountas, Have & Blackmore	006	rivado		
Autonomous cars and dynamic bottleneck congestion: The effects on capacity, value of time and preference heterogeneity	van den Berg & Verhoef	016	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem
Sensor location problems in path-differentiated congestion pricing	Zangui, Yin & Lawphongpanich	015	rivado	F	Concessionária de Pedágio
Cost and benefit estimates of partially-automated vehicle collision avoidance technologies	Harper, Hendrickson & Samaras	016	rivado	F	Seguradora/ Novos Modelos de Negócios - Software e Hardware
Automated vehicles and electrification of transport	Offer	015	rivado	F	Indústria automotiva/ Loja de manutenção/ Novos Modelos de Negócios - Custo do Tempo de Viagem
Sustainability implications of connected and autonomous vehicles for the food supply chain	Heard, Taiebat, Xu & Miller	018	rivado	F	Redução de custos trabalhistas/ Empresa de frota de caminhões/ Novos Modelos de Negócios - Supermercados online
Models, Algorithms, and Evaluation for Autonomous Mobility-On-Demand Systems	Zhang, Spieser, Frazzoli & Pavone	015	rivado	F	Indústria automotiva
Autonomous or driver-less vehicles: Implementation strategies and operational concerns	Masoud & Jayakrishnan	017	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem/ Seguradora/ Concessionária de Pedágio/ Indústria automotiva
Roads in transition: Integrated modeling of a manufacturer-traveler-infrastructure system in a mixed autonomous/human driving environment	Noruzoliaee, Zou & Liu	018	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem
Comparing the Effects of Vehicle Automation, Policy-Making and Changed User Preferences on the Uptake of Electric Cars and Emissions from Transport	Mazur, Offer, Contestabile & Brandon	018	rivado	F	Indústria automotiva
Privacy and Integrity Considerations in Hyperconnected Autonomous Vehicles	Karnouskos & Kerschbaum	018	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Dados
Network-wide adaptive tolling for connected and automated vehicles	Sharon et al.	017	rivado	F	Concessionária de Pedágio
Equity, Safety, and Privacy in the Autonomous Vehicle Era	Dhar	016	rivado	F	Seguradora/ Novos Modelos de Negócios - Dados
Tackling road congestion - What might it look like in the future under a collaborative and	Hensher	018	rivado	F	Concessionária de Pedágio

connected

mobility model?						
Auction-based tolling systems in a connected and automated vehicles environment: Public opinion and implications for toll revenue and capacity utilization	Cetin	Basar &	017	rivado	F	Concessionária de Pedágio
Automated vehicles: exploring possible consequences of government (non)intervention for congestion and accessibility	Cavoli	Cohen &	019	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Dados/ Novos Modelos de Negócio - Turismo
Multiagent Spatial Simulation of Autonomous Taxis for Urban Commute: Travel Economics and Environmental Impacts	Taiebat, Xu & Hsu	Lu,	018	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem
Personal data, exploitative contracts, and algorithmic fairness: autonomous vehicles meet the internet of things		Hacker	017	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Dados
Using, Sharing, and Owning Smart Cars A Future Scenario Analysis Taking General Socio-Technical Trends into Account	Bossauer, Shakoor & Stevens	Pakusch,	016	rivado	F	Indústria automotiva/ Novos Modelos de Negócio - Mobilidade sob demanda/ Novos Modelos de Negócio - Intermodais/ Redução de custos trabalhistas
Connected Autonomous Vehicles: Travel Behavior and Energy Use		Rubin	016	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Custo do Tempo de Viagem
A fractionally owned autonomous vehicle fleet sizing problem with time slot demand substitution effects	loo & Chow	Allahviran	019	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - "Clube do Carro"
Congestion pricing in a world of self-driving vehicles: An analysis of	Kockelman, Gurumurthy & Bischoff	Simoni,	019	rivado	F	Concessionária de Pedágio
different strategies in alternative future scenarios						
Autonomous vehicles and the future of urban tourism	Hopkins	Cohen &	019	rivado	F	Novos Modelos de Negócio - Turismo
An Autonomous Vehicle for Parcel Delivery in Urban Areas	et al.	Buchegger	018	rivado	F	VAs como renda secundária - Carga e Logística

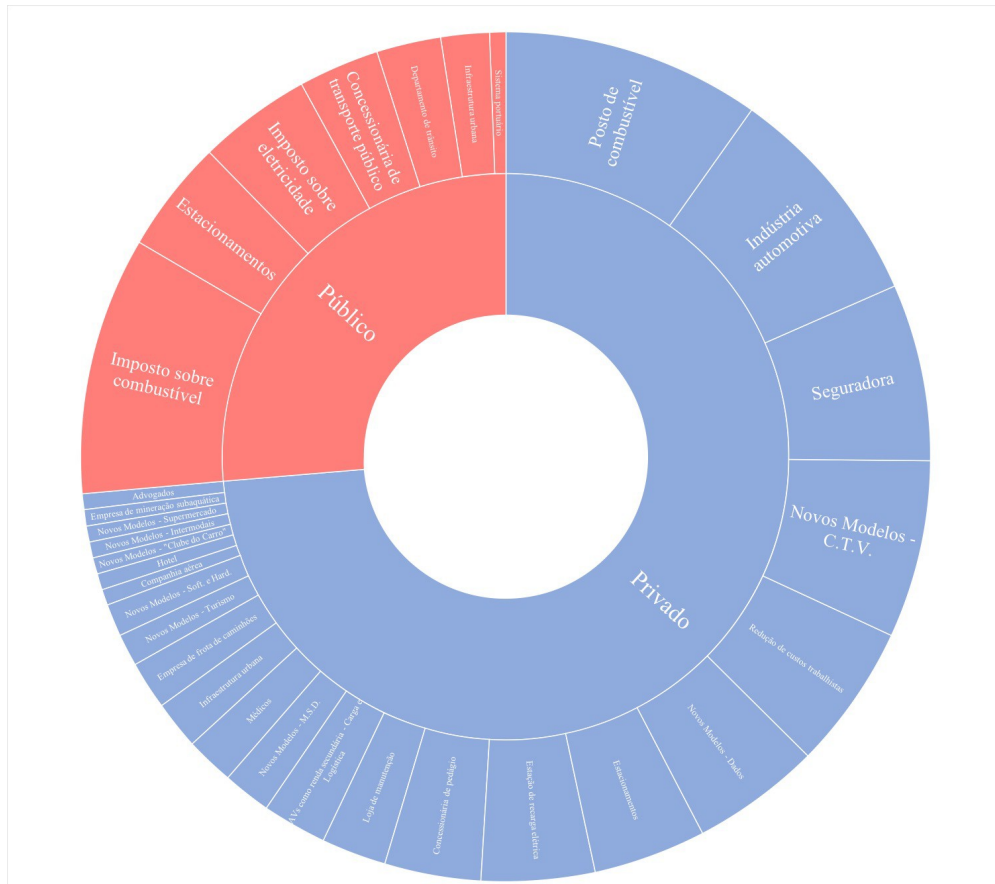
Dynamic Pricing in One-Sided Autonomous Ride-Sourcing Markets	Karamanis, Angeloudis, Sivakumar & Stettler	018	privado	F	Redução de custos trabalhistas
Model of information system for combined ride-sourcing service	Csiszar, Foldes &	017	privado	F	VAs como renda secundária - Carga e Logística
Hail-a-Drone: Enabling teleoperated taxi fleets	al. d'Orey et	016	privado	F	Novos Modelos de Negócio - Mobilidade sob demanda
Design of an Underwater Mine Detection System	Mann, Khaledi, Perkovich & Zayed	014	privado	F	Empresa de mineração subaquática
Green vehicle technology to enhance the performance of a European port: A simulation model with a cost-benefit approach	et al. Kavakeb	015	úblico	F	Sistema Portuário

Fonte: Elaboração própria.

Foram encontrados um total de 23 negócios que serão afetados em suas receitas com o advento dos VAs. Além desses, nota-se que os VAs serão capazes de criar 8 novos modelos de negócio e, conseqüentemente, modelos de receita para um mercado. Dessa forma, os 31 negócios traçados neste estudo foram sistematizados na Figura 4, conforme a frequência com que apareceram nos resultados, e apontam para os principais mercados possivelmente a serem impactados em suas receitas, levantando a necessidade de prever algumas mudanças com a introdução dos VAs.

Na Tabela 3, são apresentadas a frequência de ocorrência dos três negócios que mais aparecem no setor público e no setor privado e, em seguida, os mesmos são discutidos.

Figura 4. Negócios impactados com o advento dos VAs.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3. Principais negócios dos setores público e privado.

Setor	Negócio	Frequência
Privado	Posto de combustível	1
		6
	Indústria automotiva	1
		4
	Seguradora	1
	1	
	Novos Modelos de Negócios - C.T.V. (Custo do Tempo de Viagem)	1
		1
Público	Imposto sobre combustível	1
		6
	Imposto sobre eletricidade	7
	Estacionamentos	7
	Concessionária de transporte público	5

Fonte: Elaboração própria.

Quanto aos negócios que poderão ser afetados em suas receitas, os três que mais se destacam nos resultados para o setor privado, diz respeito a:

- 1) perda de receitas dos Postos de Combustíveis, devido aos inúmeros testes já realizados com Veículos Autônomos e sua expectativa de redução nos gastos de combustível

(Manzie, Watson & Halgamuge, 2007; Mersky & Samaras, 2016);

2) em segundo lugar aparece a perda de receitas da Indústria Automotiva, vez que a previsão é que com a chegada dos Veículos Autônomos, as pessoas prefiram o uso ao invés da propriedade, diminuindo, assim, as vendas de automóveis (Masoud & Jayakrishnan, 2017); e,

3) em terceiro lugar aparecem as Seguradoras – pois os VAs oferecem mais segurança e conseqüentemente, os acidentes por erro humano reduzirão drasticamente (Sheehan et al., 2017) – juntamente com os Novos Modelos de Negócio – C.T.V. (Custo de Tempo de Viagem) – onde espera-se que o usuário, com a utilização de um veículo de completa automação, tenha uma redução do custo do tempo de viagem, podendo realizar diversas atividades a bordo (Wadud, MacKensie & Leiby, 2016), o que é capaz de gerar novas oportunidades de negócio, como o desenvolvimento de mídias e entretenimento digitais.

Já quanto aos negócios do setor público, os três resultados que mais apareceram relacionam-se:

1) em primeiro lugar, à possível diminuição do Imposto sobre o combustível, pelos mesmos motivos de menos gasto de combustível do veículo autônomo;

2) logo depois, aparece a possibilidade de novas formas de cobrança dos Impostos sobre a eletricidade, podendo gerar maiores receitas ao poder público, com a adoção pelos usuários de veículos elétricos autônomos (Docherty, Marsden & Anable, 2018) juntamente com a redução de demanda dos Estacionamentos nos centros urbanos – o que impacta na redução das cobranças de taxas dos estacionamentos rotativos (Milakis, van Arem & van Wee, 2017).

3) Em terceiro lugar aparece as Concessionárias de transporte público que, conforme Milakis, van Arem & van Wee (2017) os ônibus poderiam ser gradualmente substituídos por serviços mais flexíveis, menos onerosos e mais fáceis de operar pelo compartilhamento automatizado de veículos. Além dos três resultados mais mencionados para cada setor, vários outros aparecem, tanto para o setor público quanto para o privado, sendo sistematizados na Tabela 4.

Tabela 4. Negócios dos setores público e privado.

Setor	Negócio		
Público	Imposto sobre combustível		
Público	Imposto sobre eletricidade		
Público	Estacionamentos		
Público	Infraestrutura urbana		
Público	Departamento de trânsito		
Público	Sistema portuário		
Público	Concessionária de transporte público		
Setor	Negócio	Setor	Negócio
Privado	Advogados	Privado	Indústria automotiva
Privado	VAs como renda secundária - Carga e Logística	Privado	Infraestrutura urbana
Privado	Posto de combustível	Privado	Loja de manutenção
Privado	Estação de recarga elétrica	Privado	Médicos
Privado	Redução de custos trabalhistas	Privado	Empresa de mineração subaquática

Privado	Estacionamentos	Privado	Novos Modelos - C.T.V. (Custo do Tempo de Viagem)
Privado	Empresa de frota de caminhões	Privado	Novos Modelos - Dados
Privado	Concessionária de pedágio	Privado	Novos Modelos - Software e Hardware
Privado	Seguradora	Privado	Novos Modelos - M.S.D. (Mobilidade sob demanda)
Privado	Hotel	Privado	Novos Modelos - Supermercado online
Privado	Companhia aérea	Privado	Novos Modelos - Intermodais

Fonte: Elaboração própria.

5. Conclusão

O presente estudo procurou mapear as publicações em novas economias de Veículos Autônomos e indicar quais são os negócios que sofrerão mudanças em seus modelos de receitas com a inserção desse modal.

Foi possível notar uma evolução nas publicações nos últimos quatro anos, porém, os países que lideram as pesquisas são aqueles desenvolvidos e que já contam com algum programa de automação de veículos, seja por parte das indústrias ou do poder público. Além disso, a área técnica de veículos autônomos é quem está liderando e demandando a devida atenção para a ocorrência de futuras modificações nos negócios, porém já se nota a presença de outras áreas, como a de Economia de Negócios.

Muitos serão os negócios afetados em suas receitas com a inserção dos veículos autônomos, dentre eles, os postos de combustíveis e os respectivos impostos, a indústria automotiva, os estacionamentos urbanos e particulares, as seguradoras, etc. Surge também a possibilidade de novos modelos de receitas através de novos negócios, como a comercialização de dados.

Tais modificações, podem afetar várias camadas da sociedade, desde o indivíduo até as grandes empresas e o poder público. Este trabalho é capaz de fornecer aos negócios identificados a necessidade de antecipar seu realinhamento estratégico devido às possíveis mudanças que ocorrerão em seus modelos de receitas com a inserção dos veículos autônomos na sociedade, permitindo, assim, a não ocorrência de impactos negativos em suas receitas. O mesmo serve para o setor público, que pode ser fortemente afetado em suas arrecadações.

Uma limitação deste estudo se relaciona com a não abordagem detalhada de como os VAs afetarão os 31 negócios traçados e, para tanto, um trabalho já está sendo executado para demonstrar como ocorrerão os impactos dos VAs e as mudanças nos modelos de receitas dos negócios identificados no presente estudo. Sugere-se, ainda, como estudos futuros, a indicação de quando tais impactos ocorrerão e se surgirão novos negócios a serem modificados em suas receitas.

6. Referências

- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, D. K., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, A. O. (2016). *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. Santa Monica: RAND Corporation.
- Bordons, M., & Zulueta, M. Á. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista española de cardiología*, pp. 790-800.
- Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from

- innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, pp. 529-555.
- Clements, L. M., & Kockelman, K. M. (2017). Economic Effects of Automated Vehicles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp. 106-114.
- DaSilva, C. M., & Trkman, P. (2014). Business Model: What It Is and What It Is Not. *Long Range Planning*, pp.379-389.
- Dennstedt, B., & Koller, H. (2017). Reinvention of Publishers' Revenue Model—Expectations of Advertisers towards Publishers' Products. *Media and Communication*, pp. 77-86.
- Docherty, I., Marsden, G., & Anable, J. (2018). The governance of smart mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, pp. 114-125.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, pp. 167-181.
- Fagnant, D. J., Kockelman, K. M., & Bansal, P. (2019). Operations of a shared autonomous vehicle fleet for the Austin, Texas market. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp. 98-106.
- Gandia, R. M., Antonialli, F., Cavazza, B. H., Neto, A. M., de Lima, D. A., Sugano, J. Y., . . . e, Z. A. (2018). Autonomous vehicles: scientometric and bibliometric review. *Transport reviews*, pp. 9-28.
- GATEWay. (2018). *This is Just the Beginning. Positioning the UK at the forefront of automated mobility*. Fonte: GATEWay - Greenwich Automated Transport Environment: <https://gateway-project.org.uk/publications-2/>
- Hawkins, J., & Habib, K. N. (2018). Integrated models of land use and transportation for the autonomous vehicle revolution. *Transport Reviews*, pp. 66-83.
- Kane, M., & Whitehead, J. (2017). How to ride transport disruption—a sustainable framework for future urban mobility. *Australian Planner*, pp. 177-185.
- KPMG, I. (2018). *Autonomous Vehicles Readiness Index*. Fonte: KPMG: <https://home.kpmg/br/pt/home/insights/2018/01/autonomous-vehicles-readiness-index.html>
- Loeb, B., Kockelman, K. M., & Liu, J. (2018). Shared autonomous electric vehicle (SAEV) operations across the Austin, Texas network with charging infrastructure decisions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, pp. 222-233.
- Manzie, C., Watson, H., & Halgamuge, S. (2007). Fuel economy improvements for urban driving: Hybrid vs. intelligent vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, pp. 1-16.
- Masoud, N., & Jayakrishnan, R. (2017). Autonomous or driver-less vehicles: Implementation strategies and operational concerns. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, pp. 179-194.
- Mendes-Da-Silva, W. (2019). Contribuições e Limitações de Revisões Narrativas e Revisões Sistemáticas na Área de Negócios. *Revista de Administração Contemporânea*.
- Mersky, A. C., & Samaras, C. (2016). Fuel economy testing of autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, pp. 31-48.
- Michałowska, M., & Ogłodziński, M. (2017). Autonomous Vehicles and Road Safety. *International Conference on Transport Systems Telematics*, pp. 191-202.
- Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, pp. 324-348.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation - Inovação em Modelos de Negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários*. Rio de Janeiro, RJ: Atlas Books.
- SAE, I. (2016). *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. Fonte: SAE International: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201609/
- Sheehan, B., Murphy, F., Ryan, C., Mullins, M., & Liu, H. Y. (2017). Semi-autonomous vehicle motor insurance: A Bayesian Network risk transfer approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, pp.124-137.
- Skeete, J.-P. (2018). Level 5 autonomy: The new face of disruption in road transport. *Technological Forecasting and Social Change*, pp. 22-34.
- Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Plan*, pp. 172-194.
- Wadud, Z., MacKenzie, D., & Leiby, P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, pp. 1-18.
- Webb, J. (2019). The future of transport: Literature review and overview. *Economic Analysis and Policy*, pp. 1-

- Yun, J. J., Won, D. W., Jeong, E., Park, K., Yang, J., & Park, J. (2016). The relationship between technology, business model, and market in autonomous car and intelligent robot industries. *Technological Forecasting and Social Change*, pp. 142-155.
- Zott, C., & Amit, R. (2010). Business Model Design: An Activity System Perspective. *Long Range Planning*, pp.216-226.

“La importancia del emprendimiento en la era digital para crear un micronegocio en redes sociales virtuales”

M. en C. Diana Erika Reyes Mateos

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomàs, México
dreyesmateos@yahoo.com.mx

Dra. María del Rocío Soto Flores

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomàs, México
mrsoto03@yahoo.com.mx

Dra. Ingrid Yadibel Cuevas Zuñiga

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomàs, México
icuevasz@ipn.mx

Resumen

Un emprendedor se enfrenta a barreras para comenzar a dar forma a una idea de negocio. En el caso específico de México, la falta de acceso al crédito, la extensa gama de trámites y la gran cantidad de tiempo invertido que el proceso implica, son algunas de las barreras para emprender. Es entonces que muchos emprendedores están optando por el uso de Internet y en los últimos años de las redes sociales virtuales y más específicamente Facebook, por ser un medio que ofrece mayor accesibilidad. El presente trabajo tiene como objetivo realizar una propuesta de acción para el emprendimiento de nuevos micronegocios a través de redes sociales virtuales, específicamente a través de Facebook. Para ello, se estudia el contexto de las redes sociales virtuales y su desarrollo como parte de las tecnologías de la información a nivel mundial, así como la importancia del emprendimiento en la era digital. La metodología utilizada en la presente investigación está determinada por el diseño de un cuestionario que se aplicó a 25 micronegocios que iniciaron sus operaciones a través de las redes sociales y sostienen sus actividades económicas vigentes en Facebook. Los resultados obtenidos, muestran que el proceso de emprender un micronegocio a través de Facebook es sencillo, pero las probabilidades de éxito dependen más de la capacidad de gestión y experiencia previa del emprendedor tanto en el giro elegido a incursionar, como en el uso de las herramientas digitales por lo que, se diseñó una propuesta de acción para operar un micronegocio a través de redes sociales, usando a Facebook como plataforma, mediante una serie de estrategias y consideraciones básicas, que pueden ser llevadas a cabo por cualquier emprendedor.

Palabras clave

Emprendimiento, era digital, micronegocio y redes sociales virtuales.

1. Introducción

El desarrollo en las tecnologías de la información y la comunicación, como lo es internet, las redes sociales, entre ellas Facebook y Twitter, los sitios de compra y subasta como Ebay, Amazon o Mercado Libre, han interconectado de modo global a la humanidad y por consecuencia han impactado de forma radical todos los campos de la vida diaria, incluido el

mundo de los negocios.

Ante la crisis económica a nivel mundial y los niveles de desempleo generados por ésta, el internet se ha convertido en una vía de comercio importante, ya sea como emprendedores o en la búsqueda de una oportunidad de crecimiento para las pequeñas y medianas empresas. En los últimos 25 años, gracias a las tecnologías de la información, el modo de vida ha cambiado de forma más acelerada de cómo se dio en los 50 años previos. Todos esos cambios han afectado para bien o para mal la forma como la humanidad se comunica, vive y así también compra, ya que hoy en día se habla con facilidad de consumidores globales.

El emprendimiento siempre ha existido, pero en las últimas dos décadas se ha visto influenciado por las nuevas tecnologías dando aparición a conceptos que, si bien no son nuevos, si se han visto modificados de forma radical, como son las redes sociales virtuales. Internet integró las redes sociales hacia el universo digital, éstas que antes eran de persona a persona y no trascendían más allá de la propia y pequeña comunidad en la que el emprendedor se desenvuelve, ahora se han movido a niveles en que prácticamente se puede tener al alcance de un clic, contacto con personas en los cinco continentes, no solo para fines personales, sino también, para fines comerciales. De ahí la importancia del emprendimiento en la era digital para crear un micronegocio en redes sociales virtuales. Derivado de lo anterior, este trabajo tiene como objetivo realizar una propuesta de acción para el emprendimiento de nuevos micronegocios a través de redes sociales virtuales, específicamente a través de Facebook.

2. Metodología

El fenómeno de las redes sociales es una oportunidad para el emprendimiento de nuevos micronegocios, sin embargo, la falta de información y su conocimiento es un obstáculo para aquellos que desean usarlas como medio para emprender. La investigación es de tipo cualitativo con la finalidad de identificar la importancia del emprendimiento en la era digital para crear un micronegocio en redes sociales virtuales, mediante la recolección, análisis e integración de datos generando inferencias a la población que la conforma (Hernández, Fernández, & Baptista, 2009).

Por lo que de acuerdo con Malhotra y Grover (1998), es conveniente realizar investigaciones de tipo cualitativo que permitan identificar las cualidades de un fenómeno. Este enfoque consistió en el análisis de la literatura la cual se extrajo de revistas en las áreas de administración y ciencias sociales, emprendimiento e innovación principalmente de las bases de datos Web of Science, Taylor & Francis, Elsevier, Springer, EBSCO, entre otras, así como de libros y tesis especializadas en el tema de investigación. Las referencias que se revisaron incluyen artículos de revistas científicas y libros paradigmáticos con impacto gerencial sobre el tema. Se excluyeron los libros de texto, documentos de trabajo inéditos, y noticias de periódico.

Para efectos de esta investigación el proceso que se llevó a cabo con la literatura que se encontró consta de los siguientes pasos: selección, revisión, comprensión y análisis. De acuerdo a lo establecido con Levy & Ellis (2006) este proceso garantiza una revisión estructurada y eficaz. Por lo que se identificó en la literatura concentrada, respecto a la era digital, el emprendimiento, un crecimiento significativo respecto a la innovación para la creación de negocios, lo que muestra la importancia de la era digital en el emprendimiento. Cabe señalar que cada uno de los artículos científicos encontrados, fue examinado desde el

enfoque de su contenido, es decir, que fuera relevante desde la perspectiva de los objetivos de la investigación.

Derivado de lo anterior, se diseñó un cuestionario piloto el cual fue evaluado por tres micronegocios para proceder a la aplicación del cuestionario final a 25 negocios de este tipo. Cabe señalar que se decidió diseñar un cuestionario, ya que es un instrumento que está destinado a preguntas que se consideran relevantes o significativas para la investigación y tiene como finalidad conocer opiniones, actitudes, valores, y hechos de un determinado grupo de personas específicas (Bueno, 2003). Por lo que, el instrumento consistió en dos tipos de pregunta; las primeras hacen referencia a la escala de Likert también denominada como el método de evaluaciones sumarias, esta es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios y es la escala de uso más amplio en el área de ciencias sociales ya que al responder a una pregunta de un cuestionario elaborado con esta técnica se especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo (Tamayo, 2003) y las segundas fueron preguntas de opción múltiple ya que se ofreció una serie de respuestas y se pidió al participante que seleccionara una o más de las alternativas ofrecidas (Murillo, 2004), con la finalidad de tener una mejor y clara información.

3. Desarrollo

Un emprendedor se enfrenta a múltiples barreras para poder comenzar a dar forma a una idea de negocios. Una de las barreras más difíciles es la obtención de los recursos necesarios para la apertura de un negocio, otra barrera es lo complejo de la realización de los trámites de apertura y el excesivo tiempo que este proceso implica, es por esto que cada día, son más los emprendedores que apuestan por un negocio online, debido a su infinita capacidad y múltiples oportunidades para potenciar las ideas emprendedoras.

Son innumerables las ventajas que el ciberespacio ofrece en accesibilidad, pero igualmente esta carpeta de múltiples opciones que han surgido en los diferentes tipos de redes sociales, hace que el emprendedor tenga a su disponibilidad una fuente inagotable de recursos que, si bien no son complicados, toma tiempo hacer un uso óptimo de estos, pues requiere que se comprenda su uso y lenguaje para el nuevo negocio.

Como en toda creación de un negocio, se requiere una planeación y conocimiento de los factores a tomar en cuenta para entender si la idea del emprendimiento es adecuada para su desarrollo a través de las redes sociales. En México, se tiene un alto potencial para el desarrollo de una economía digital, pero se necesitan estrategias que consoliden el emprendimiento utilizando las nuevas tecnologías de la información, en este caso las redes sociales.

La economía digital tiene grandes posibilidades de crecimiento en México, pues el número de usuarios de internet en el país va en ascenso año con año, pasando de 45.1 millones en 2012 a 51.2 millones en 2013 registrando así un alza del 13%, según el estudio de Hábitos de los usuarios de internet en México, de la Asociación Mexicana de Internet.

En el Estudio sobre Mercadotecnia y Redes sociales, la Asociación Mexicana de Internet muestra el poder y la influencia de las redes sociales en México, pues un 93% de los encuestados en su estudio 2013 hace uso de alguna red social y de esta población un 96% está inscrito en Facebook y un 93% interactúa a diario en la red social. Pero no solo las personas se encuentran interactuando en Facebook, pues un 92% de las empresas participantes en el estudio, tiene presencia en la red social y de acuerdo a los datos presentados, 42% de estas empresas entran dentro de la clasificación micro y pequeña empresa.

El fenómeno de las redes sociales es una oportunidad para el emprendimiento de nuevos micronegocios, sin embargo, la falta de información y su conocimiento es un obstáculo para aquellos que desean usarlas como medio para emprender. La situación actual de crisis económica y desempleo propicia una actitud activa hacia la creación y consolidación de empresas. Actualmente, el emprendimiento desde sus bases juega un papel destacado y es la plataforma comercial de un futuro prometedor en muchos países.

Los países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo están abordando el emprendimiento como una alternativa a la incertidumbre laboral de esta época y a la necesidad de creación de riqueza de la población, especialmente en el caso de los jóvenes. Se puede mencionar que el emprendimiento es una tendencia global, a la que se puede definir como las actitudes, creencias, valores y acciones que durante cierto tiempo impactan la vida social, política, económica y cultural de los seres humanos de tal forma que, al final de dicho periodo, estas terminan por modificarla sustancialmente.

La inclusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, ha dado una renovación total a el proceso de emprendimiento, ya que especialmente durante los últimos 15 años se ha modificado la manera como se acerca el hombre a realizar actividades económicas. Debe entenderse al emprendedor digital como a un líder de negocios que tiene un proyecto con objetivos claros, que ha estudiado detenidamente el mercado en el que ingresa, que está dispuesto a correr riesgos y que busca hacerse del conocimiento y las habilidades necesarias para adaptarse a los cambios del mercado y reformular sus planes si es necesario. Además de tener en claro la importancia de la tecnología como parte de su proyecto.

En la era de los negocios online, las empresas se parecen más a redes de contactos y relaciones, que a los espacios físicos. Ya no es trascendente el tamaño de las oficinas, ni la cantidad de empleados. Ni siquiera cómo están distribuidos alrededor del mundo. La clave está en generar estructuras flexibles, que puedan responder rápidamente a los cambios de un mercado determinado y que permitan adaptarse a las necesidades puntuales de cada proyecto.

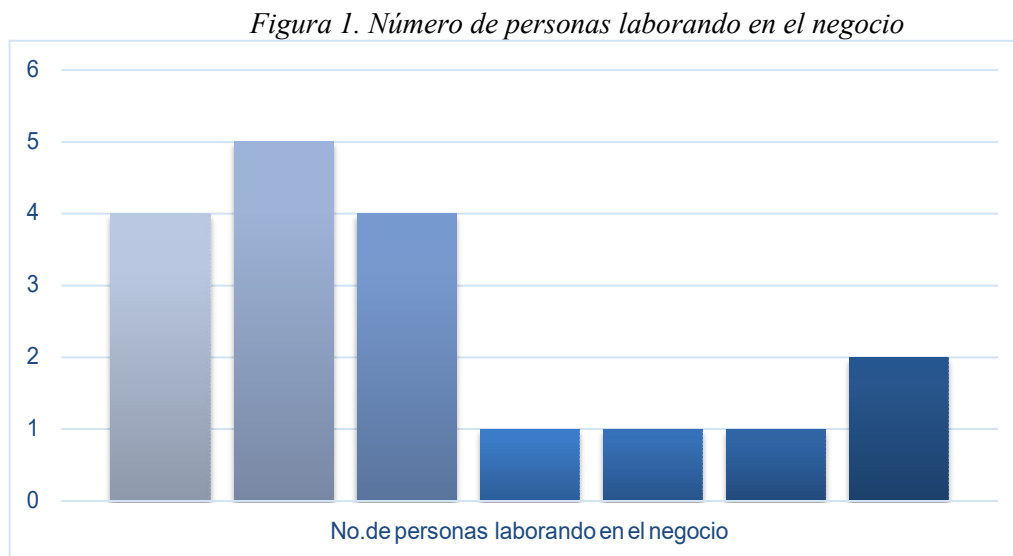
Un emprendedor en la era digital está preparado para configurar equipos de trabajo de forma rápida y eficiente, que le permita establecer modalidades de operación que minimicen los costos, maximicen el rendimiento de las tareas y sobre todo cubran las expectativas de sus consumidores al 100%, logrando con esto que un producto cubra no solo una necesidad inmediata, pero se convierta en una experiencia de compra gratificante.

Por lo que el concepto de emprendedor se ha adaptado y flexibilizado al entorno digital, es así que el mismo, permite crear y estructurar operaciones flexibles, escalables y globales, con su consecuente mejora en términos de eficiencia. Pero, la definición más acorde con los últimos tiempos, es la que plantea la comisión digital europea, que es el organismo encargado de desarrollar la economía digital de los estados miembros de la unión, que de acuerdo a lo citado por Valero, (2014) se centra en entender a los emprendedores digitales como: “Cualquier persona, especialmente los jóvenes con una computadora disponible para convertirse en un emprendedor, crecer y crear empleos al recibir el apoyo adecuado en términos de conocimientos, servicios, talento, clientes y capital”.

Este concepto es el que más se acerca a la definición actual del emprendedor digital, pues en un principio, cuando se dio la aparición del internet e incluso antes, se consideraba al emprendedor digital únicamente como aquél involucrando directamente en el desarrollo y producción de innovaciones relacionadas a las tecnologías de la información.

4. Resultados

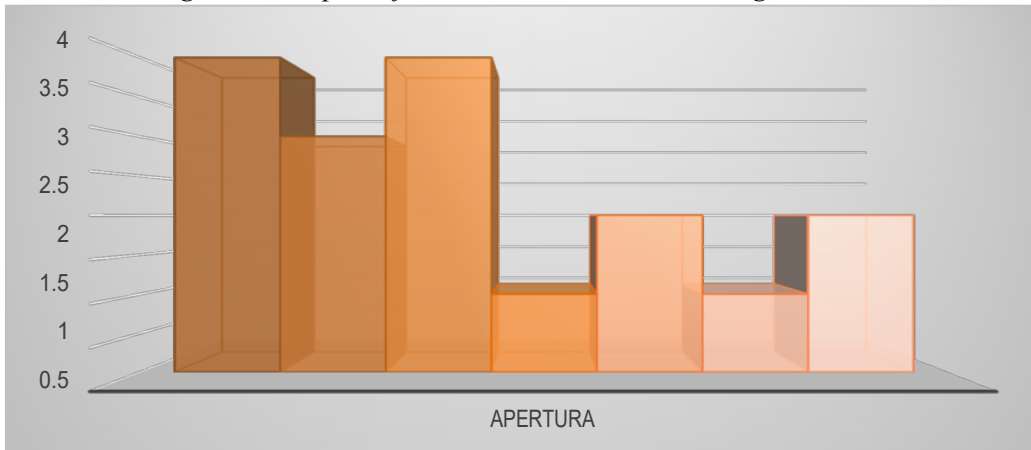
Un aspecto que se examinó en los encuestados, fue conocer el número de personas que en la actualidad se encuentran laborando en el micro negocio y se obtuvieron los siguientes resultados, el 42.9% son propuestas de autoempleo, pues sólo se encuentran laborando y administrando sus marcas los emprendedores mismos. El 14.7% cuenta con dos empleados, dando así empleo a una persona, además del mismo emprendedor. El 28.6% consta de 4 empleados, generando así 3 empleos más y el restante 14.7% genera 5 empleos; generando 4 empleos más aparte del propio emprendedor como se muestra en la Figura 1.



Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado.

Seguido se analizó el tiempo de operación que cada uno de estos micronegocios tiene en *Facebook*, entre los datos de mayor tiempo en operación, se encontró que el 28.6% lleva 4 años en el mercado, el 14.7% lleva 3 años. El 28.6% tiene 2 años en operación y el restante 28.6% tiene apenas un año en el mercado como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Tiempo de funcionamiento como micronegocio en Facebook

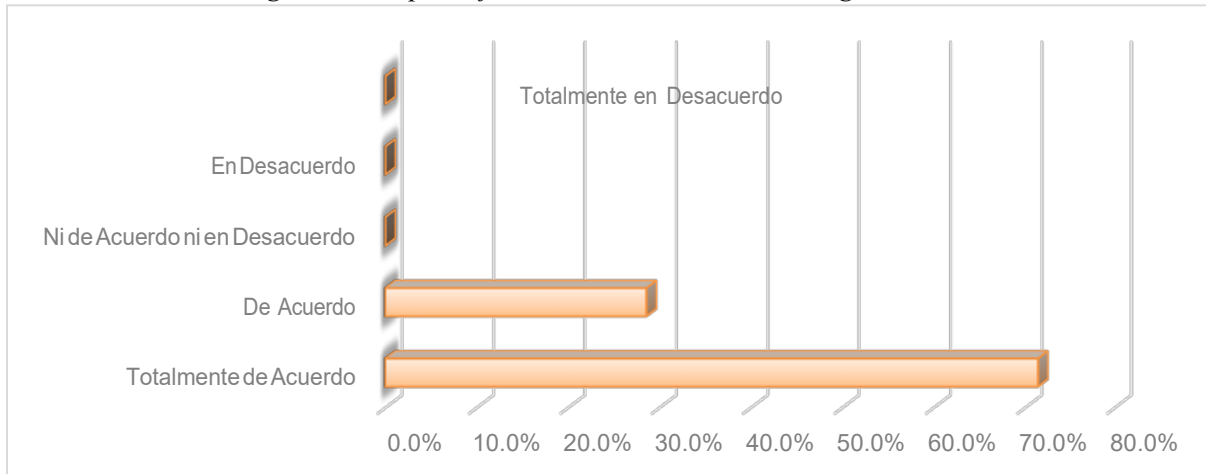


Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado.

En esta parte del cuestionario, se realizaron diversas preguntas encaminadas a determinar cuáles son las nociones de las redes sociales, en especial de *Facebook*, por parte de los emprendedores y así poder determinar el aprovechamiento que están haciendo de los recursos que tienen a su alcance.

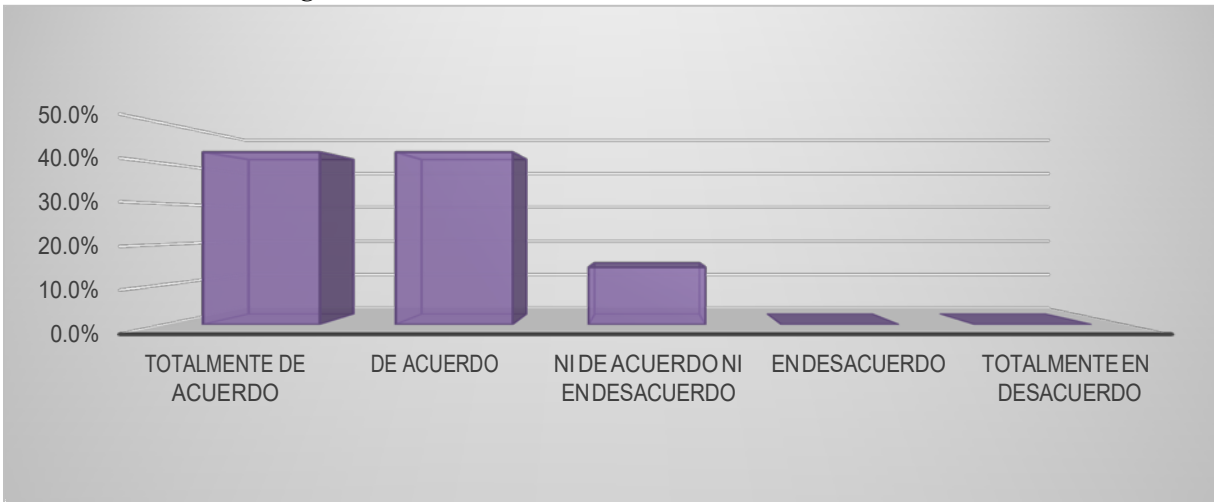
En la Figura 3, 4 y 5 se muestra que el 74.1% tiene conocimiento de las principales características de las redes sociales, de igual manera el 42.9% conoce la estructura de las redes sociales y este mismo porcentaje comprende los principios básicos de operación de estas redes.

Figura 3 Tiempo de funcionamiento como micronegocio en Facebook



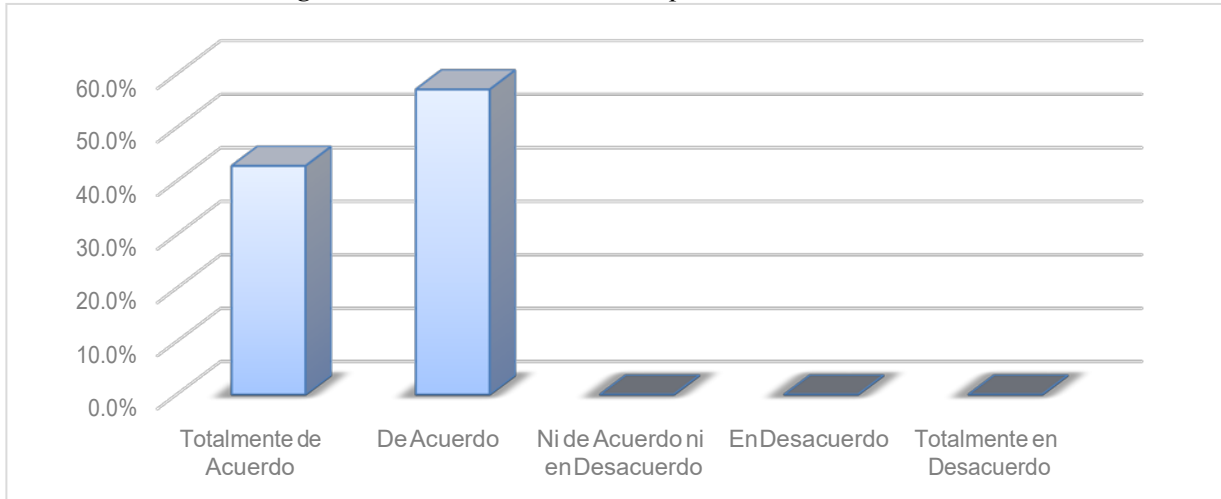
Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado.

Figura 4 Conocimiento sobre la estructura de las redes sociales



Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado

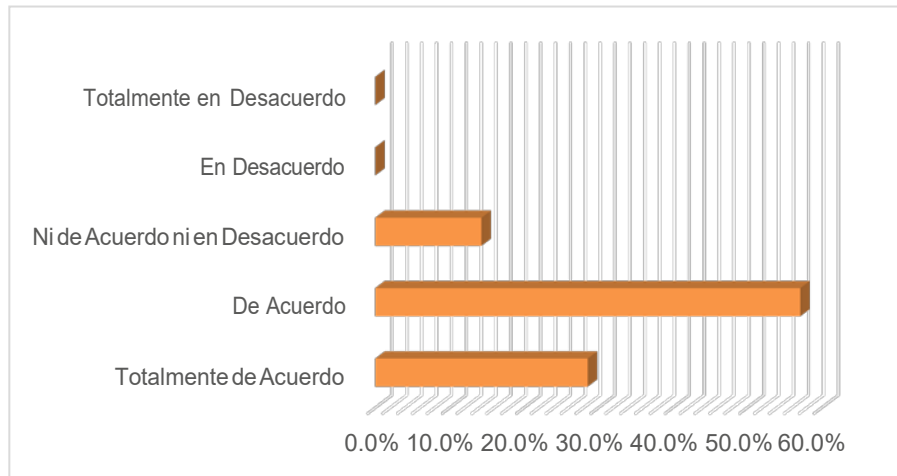
Figura 5 Conocimiento sobre la operación de las redes sociales



Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado

La Figura 6 señala que el 51.7% de los emprendedores conocen las herramientas que Facebook tiene en específico para fines de negocios.

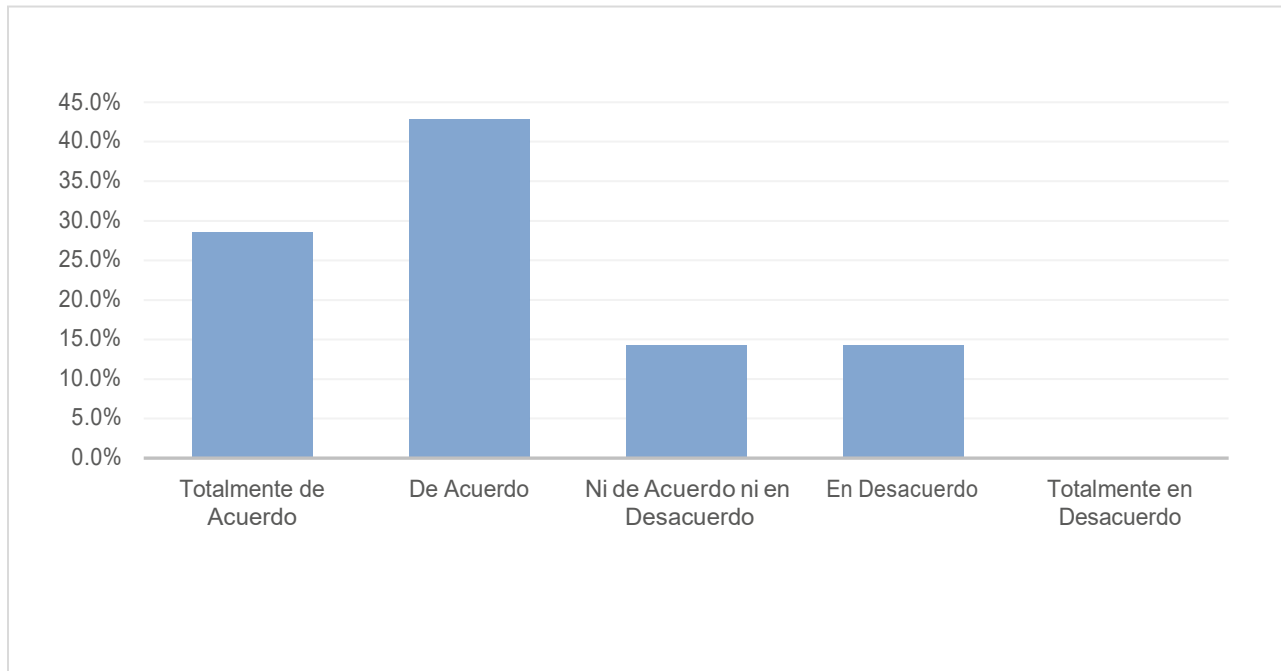
Figura 6 Herramientas en Facebook específicamente para negocios



Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado

Mientras que la Figura 7 muestra que más del 60% de los emprendedores disponen de una estrategia de marketing digital.

Figura 7 Estrategia de mercadotecnia en Facebook

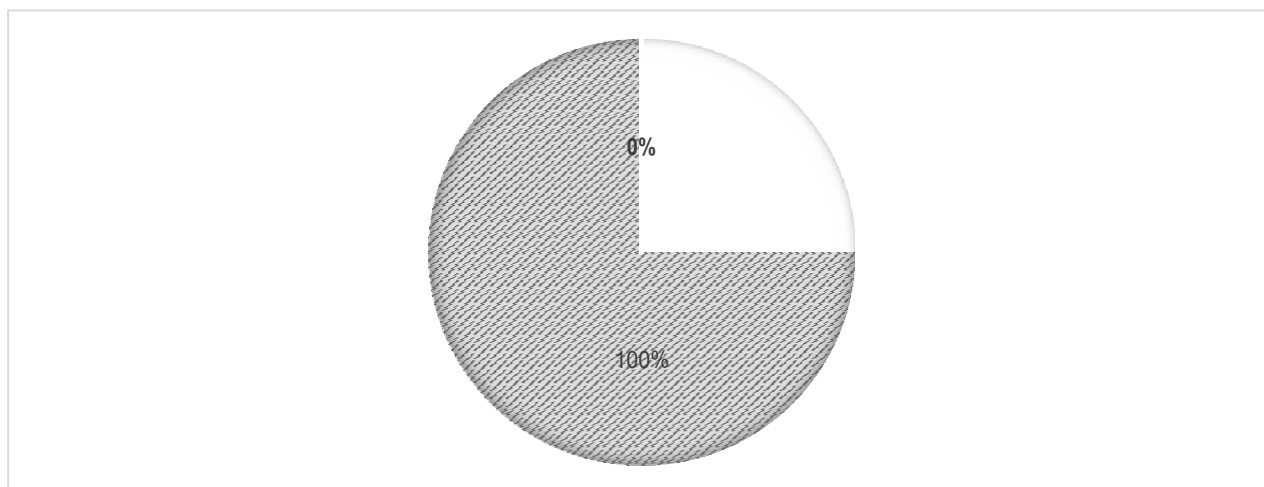


Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado

En cuanto al emprendimiento, se obtuvieron los siguientes resultados, el 42% realizó algún estudio de mercado para conocer si el producto o servicio es adecuado para el emprendimiento en redes sociales, más del 90% tiene conocimiento del giro de negocio en el cual inicio en redes sociales. Como se muestra en la Figura 8 el 100% de los encuestados considera que es la innovación es un factor importante para emprender un micro negocio, pues

al ser las redes sociales virtuales un medio dinámico y cambiante, la innovación debe ser constante.

Figura 8 La innovación como factor clave para emprender un micro negocio



Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida en el cuestionario aplicado

5. Discusión y análisis

El resultado más sobresaliente al observar cuáles son los giros de estos micronegocios es que todos pertenecen a rubros donde la creatividad y la innovación es un aspecto clave para un buen desarrollo.

Todos estos micronegocios nacieron como propuestas de autoempleo y son propuestas de autoempleo, pero el resto ha ido generando empleos de tiempo parcial o total en la medida que han logrado desarrollo. Además, participaron en la investigación tuvieron su apertura después del año 2010, coincidiendo con la cima de desarrollo y expansión de Facebook, como la más predominante de las redes sociales virtuales.

La comprensión por parte de los emprendedores sobre las características principales, la estructura y la operación de las redes sociales virtuales es un punto vital para tener un aprovechamiento de todas las ventajas que ofrecen y en general todos estos emprendedores tienen buenos conocimientos básicos sobre las mismas.

En cuanto a cuáles son las redes sociales más usadas a nivel mundial y de éstas, cuáles son las más adecuadas para llevar a cabo un proyecto de emprendimiento. Los emprendedores comprenden las diferencias y características únicas entre las redes sociales virtuales líderes en el panorama mundial. Todos mencionan a Facebook como punto de referencia pues además de ser la red número 1 a nivel mundial, tiene amplia conectividad con otras redes sociales, permitiendo un espectro más amplio de uso y más características a aprovechar. En cuanto a Facebook en específico, los emprendedores comprenden las diferencias básicas entre los usos de perfiles y páginas y cuáles son las ventajas y desventajas de unos y otros. Además de que todos ellos conocen las herramientas disponibles, específicamente para el uso y aprovechamiento de negocios, algunas de las cuales, son totalmente gratuitas.

Mientras que, la gestión general de su página en la red social virtual, todos ellos comprenden la importancia de generar contenidos, diseñar estrategias de mercadotecnia, tener

una publicidad y promoción adecuada y específica para la red social, aunque no todos están 100% seguros de llevar a cabo esta gestión de forma adecuada a Facebook. La parte operativa como columna vertebral de su sistema administrativo, todos comprenden la importancia de tener un sistema de presupuesto y ventas y un sistema de envío y entrega adecuados a la red social virtual, pero no todos aplican estos totalmente en sus negocios, lo cual posiblemente ha derivado en la pérdida de clientes.

Todos son plenamente conscientes de que su capacidad de producción debe estar acorde y en función de la demanda que presenta su mercado y no comprometer la misma, además de tener una velocidad de respuesta adecuada a las necesidades de sus clientes, pues la reputación de su marca es la que está en juego. En cuanto a la parte relacionada al emprendimiento y su gestión de algunos procesos básicos, algunos realizaron pequeños estudios de mercado con respecto al producto para saber cómo adecuar su comercialización a Facebook, pero más allá del estudio del mercado, lo más importante fue tener conocimientos y experiencia previa en el giro para asegurar una incursión exitosa en el mismo.

Como ya se explicó antes, todos estos emprendedores son de giros donde la creatividad está presente y es ingrediente esencial en el desarrollo de sus negocios, por lo cual la innovación es importante para todos ellos, no obstante, sus productos no son nuevos (o manifiestan no saber si son nuevos) pero si son productos a los que buscan hacer mejoras constantes para atraer a un mayor número de clientes.

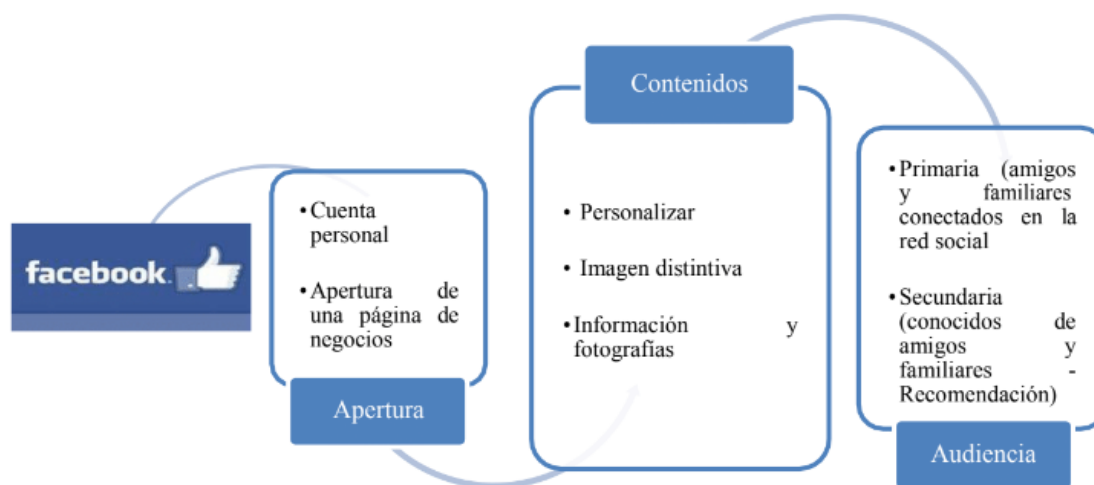
Esa misma dosis de creatividad necesaria para los diferentes rubros donde estos emprendedores se desempeñan, ha determinado que la mayor parte de ellos busque darles a sus productos características únicas, una identidad y diferenciación de marca, es decir si sus clientes diferencian a su marca en relación a su competencia. El 57.1% expresó que sus clientes definitivamente diferencian su marca, mientras 14.3% manifestó que sus clientes podrían diferenciar su marca y el 28.6% no exactamente si sus clientes diferencian su marca y un alto valor al servicio y atención que proporcionan a sus clientes además de sus productos, pues al ser pequeños competidores de grandes y medianas marcas, su esfuerzo debe ser redoblarse para lograr un porcentaje de clientes cada día mayor y que estos mismos clientes sean su mejor base de promoción.

6. Propuesta

Se ha elegido tomar como base a Facebook, porque es la red social virtual más difundida, usada y popular, ya que prácticamente todo usuario de internet en la actualidad la conoce y sabe cómo opera, pero emprender un micro negocio a través de esta red social virtual, hace necesario que tenga un manejo hábil en las herramientas que se tienen disponibles, que se conozcan sus ventajas, sus desventajas y cómo interpretar los resultados que esta brinda.

Facebook no tiene los mismos usos para un usuario individual, que para alguien que busque establecer un micro negocio o usar esta red como medio de comunicación y atracción de clientes. Todos los emprendedores que fueron encuestados para esta investigación, comprenden bien las diferencias entre la primera y más básica de las elecciones en la red social virtual, los perfiles y las páginas.

Figura 9. Esquema básico de apertura para una página de negocios en Facebook



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida en Facebook.

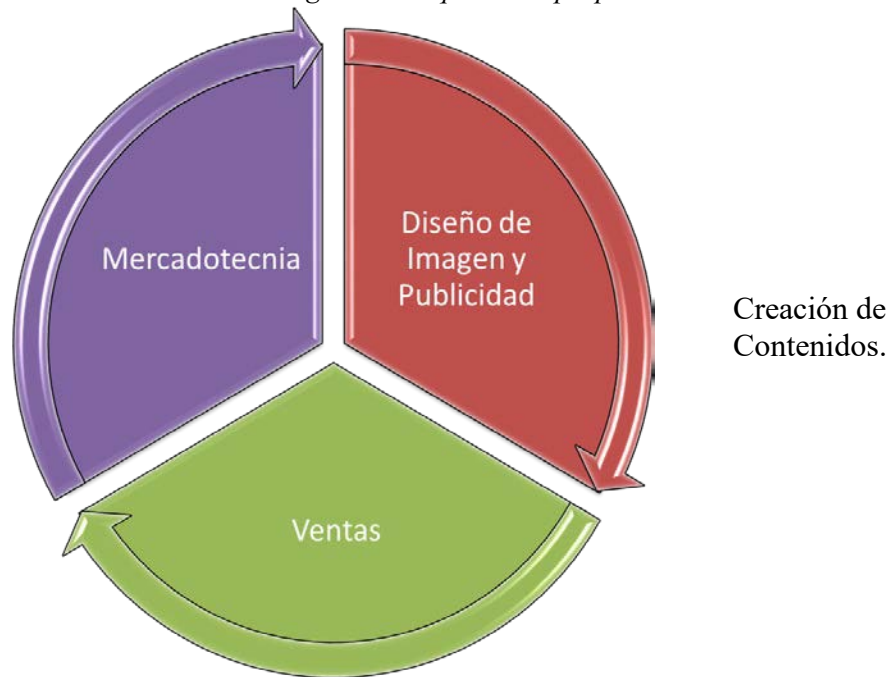
En la Figura 9 se esquematiza el proceso de apertura de una página de negocios en Facebook, como se puede observar el proceso es relativamente sencillo y consiste en 3 pasos: apertura, generación de contenidos y audiencia.

De estos 3 sencillos pasos, la generación de contenidos es la parte más primordial, la columna vertebral sobre la que soportará el funcionamiento del micronegocio. Como ya se planteó con anterioridad al analizar el marco contextual y teórico de esta red social virtual, la elección primordial para introducirse a la misma es la elección entre perfil y página, muchos de los emprendedores que utilizan esta red social, piensan que el uso del perfil es más personal y les brindará una mayor y mejor interacción con sus futuros clientes, y esto podrá ser aplicable por un tiempo, pero al llevar a cabo el monitoreo de uso, *Facebook* anulará la actividad del perfil, lo suspenderá y mucha de la información vital que se ha intercambiado con los clientes se perderá, pues el emprendedor se verá forzado a cambiar el perfil a página.

Es así que esta elección inicial es la más importante, pues además de evitar riesgos, se tienen a disponibilidad herramientas específicas para negocios en las páginas, que permiten y hacen la vida del emprendedor más fácil, pero más allá de las herramientas, se necesitan estrategias vitales en los campos de la mercadotecnia y todo lo que esta implica- el diseño y la publicidad, promoción y las ventas - centrados en el factor digital como la clave de su éxito.

De acuerdo a los resultados mostrados por la investigación, son estos campos en específico, donde los emprendedores muestran no exactamente deficiencias, pero si muchas dudas, acerca de si están llevando a cabo una estrategia correcta y en realidad funcional. En este contexto, el punto principal a considerar, es el desarrollar una estrategia de mercadotecnia digital, donde se tengan en consideración los elementos que se plantean en el siguiente esquema (Figura 10):

Figura 10 Esquema de propuesta de acción



Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos en el cuestionario aplicado.

Las páginas de *Facebook*, disponen de herramientas estadísticas que permiten al emprendedor llevar a cabo un historial de cómo está funcionando su página. Entre éstas se encuentra el seguimiento estadístico de cuantos *likes* se tienen por día, mes e incluso al año; cuántos seguidores le han quitado el *like* a la página, o medir el desempeño de cada *post* de forma individual y pagar la promoción y difusión de los *posts* que están teniendo más alcance y un mejor nivel de *engagement* con los seguidores de la página. Pero antes de llegar al aprovechamiento y uso de éstas, se necesita una estrategia de mercadotecnia que sea efectiva y que permita en realidad poder hacer un buen uso de esta información estadísticas a favor del desarrollo del micro negocio.

7. Conclusiones

Las redes sociales debido a sus características, construcción y operación son una herramienta que potencializa el emprendimiento, pues ponen en contacto a no solo a las personas en todo el mundo, si no a empresas y posibles consumidores.

La gama de redes disponibles hoy en día es enorme, cada una tiene características propias y usos distintos, que no están encontrados y pueden ser complementarios. Pero es Facebook la red social más difundida y mejor posicionada entre la extensa gama de redes sociales de hoy en día, la que ofrece las herramientas adecuadas para el emprendimiento, debido a sus características y su especialización con la evolución natural que ha tenido, a la creación de asesorías y programas específicos de negocios, sobre todo enfocados a las micro y pequeñas empresas.

La construcción de marca y contenidos en las redes sociales es el factor principal para poder operar un micronegocio a través de estas. La publicidad, promoción, diseño y mercadotecnia digital, son el eje principal de la generación de contenidos en redes sociales,

complementados por la forma en la que se comunican los mensajes de forma oral y visual. La interacción que se genere por medio de los contenidos, definirá la diferenciación de marca y fidelidad que pueda tener la audiencia y clientes potenciales para con el micronegocio.

Más allá de solo ofrecer un producto o servicio de calidad, los usuarios que siguen a una marca en redes sociales, esperan también una atención a clientes impecable, que les ahorre el tiempo de visitar una tienda física, les ofrezca diversas formas de pago, entrega y les otorgue confianza y comodidad en el trato que reciben, además de resolver sus dudas sobre diversos temas (compras, presupuestos, ventas, etc.) de forma pronta y clara.

La apertura de un micronegocio a través de redes sociales, es relativamente fácil, pero la parte operativa es la que ofrece grandes retos, casi tantos como emprender de la forma tradicional, fuera del mundo virtual. Todos los emprendedores relacionados a esta investigación han buscado capacitarse de forma constante en el uso y actualizaciones de las últimas herramientas e innovaciones que ofrecen las redes sociales para facilitar e incrementar las ventas.

En cuanto a lo relacionado a la variable del emprendimiento, se puede hacer mención a que se reducen de manera importante los costos al no contar con un punto de venta físico, pero emprendedor debe analizar con antelación y tener una planeación acerca de cuál es su capacidad producción, donde puede llevar a cabo esta y por supuesto cuánto costará producir.

La elección de giro es trascendental, pues el producto o servicio deberá ser factible de comercializar en redes sociales, todos los emprendedores participantes en esta investigación contaban ya con un nivel de experiencia previo e importante relacionado al giro en el cual incursionaron, o si no contaban con esta experiencia previa, se hicieron de personal de apoyo con amplia experiencia en el manejo del mercado y sus características, esto les otorgó una ventaja definitiva sobre aquellos que solo abren un negocio en redes sociales sin experiencia fuera del mundo virtual.

La Innovación y creatividad son aspectos claves para el éxito de un producto en redes sociales, pues, aunque no se presente un producto nuevo, el ofrecer características únicas que puedan diferenciar el producto de otros ya establecidos (ya sea o no dentro de redes sociales) logra una fidelidad de marca por parte de los usuarios, como ya se analizó en diversos ejemplos en el capítulo V de esta investigación.

El papel del emprendedor en este caso, se vuelve el de un administrador, o Community manager que hace las veces de un gerente general virtual que se encarga de supervisar todos los aspectos relacionados al negocio, desde los más simples como buscar materias primas de calidad hasta asuntos más complejos cómo decidir la imagen del negocio o igualmente responder quejas y/o dudas.

8. Referencias

- Adam M, Wessel M, Benlian A (2018) Of early birds and phantoms: how sold-out discounts impact entrepreneurial success in reward-based crowdfunding. *Rev Manag Sci.* <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0311-2>
- Ballestar MT, Grau-Carles P, Sainz J (2018) Predicting customer quality in e-commerce social networks: a machine learning approach. *Rev Manag.* <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0316-x>
- Bohnsack R, Hanelt A, Marz D, Antunes C (2018) Old wine in new bottles? A systematic review of the literature on digital transformation. In *Academy of Management global proceedings*, p 197
- Bouncken RB, Fredrich V, Kraus S (2019) Configurations of firm-level value capture in coopetition. *Long Range Plan.* <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2019.02.002>

- Cuervo, Á., Ribeiro, D., Roig, S., & SpringerLink (Online service). (2007). *Entrepreneurship: Concepts, theory and perspective*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Del Bosco B, Chierici R, Mazzucchelli A (2018) Fostering entrepreneurship: an innovative business model to link innovation and new venture creation. *Rev Manag Sci*. <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0318-8>
- Ferreira JJM, Fernandes CI, Kraus S (2019) Entrepreneurship research: mapping intellectual structures and research trends. *RMS* 13(1):181–205
- Hinings B, Gegenhuber T, Greenwood R (2018) Digital innovation and transformation: an institutional perspective. *Inf Organ* 28(1):52–61
- Kraus, S., Roig-Tierno, N., & Bouncken, R. B. (2019). Digital innovation and venturing: An introduction into the digitalization of entrepreneurship. *Review of Managerial Science*, , 1-10. doi:10.1007/s11846-019-00333-8
- Labrecque, L. I., vor dem Esche, J., Mathwick, C., Novak, T. P., & Hofacker, C. F. (2013). Consumer power: Evolution in the digital age. *Journal of Interactive Marketing*, 27(4), 257-269. doi:10.1016/j.intmar.2013.09.002
- Lazear, E. (2005). entrepreneurship. *Journal of Labor Economics*, 23(4), 649-680. doi:10.1086/491605
- Medina-Molina C, Rey-Moreno M, Felicio JA, Romano Paguillo I (2019) Participation in crowdfunding among users of collaborative platforms: the role of innovativeness and social capital. *Rev Manag Sci*. <https://doi.org/10.1007/s11846-019-00329-4>
- Mithas S, Tafti A, Mitchell W (2013) How a firm's competitive environment and digital strategic posture influence digital business strategy. *MIS Q* 37(2):511–536
- Pisani, A. (2002). Library consortia and cooperation in the digital age. *Library Consortia and Cooperation in the Digital Age*
- Richter C, Kraus S, Syrjä P (2015a) The shareconomy as a precursor for digital entrepreneurship business models. *Int J Entrep Small Bus* 25(1):18–35
- Richter C, Papagiannidis S, Durst S, Kraus S (2015b) Innovating and exploiting entrepreneurial opportunities in a smart city: evidence from Germany. *Creat Innov Manag* 24(4):601–616
- Richter C, Kraus S, Brem A, Durst S, Giselsbrecht C (2017) Digital entrepreneurship: innovative business models for the sharing economy. *Creat Innov Manag* 26(3):300–310
- Ronchi, A. M., & SpringerLink (Online service). (2009). *eCulture: Cultural content in the digital age*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Sousa, M., & Rocha, A. (2019). Strategic knowledge management in the digital age. *Journal of Business Research*, 94, 223-226. doi:10.1016/j.jbusres.2018.10.016
- Spector, J. M., Ifenthaler, D., Isaias, P., Kinshuk, Sampson, D., & SpringerLink (Online service). (2010). *Learning and instruction in the digital age*. Boston, MA: Springer US.
- Schumpeter JA (1934) *The theory of economic development*. Harvard University Press, Cambridge
- Tur-Porcar A, Mas-Tur A, Merigó JM, Roig-Tierno N, Watt J (2018) A bibliometric history of the Journal of psychology between 1936 and 2015. *J Psychol* 152(4):199–225
- White HD, McCain KW (1989) *Bibliometrics*. *Ann Rev Inf Sci Technol* 24:119–186
- Wickham, C. E. (2013). *Digital entrepreneurship in the age of apps, the web, and mobile devices*. Worthington: Linworth Publishing Company.
- Wing-Fai, L. (2018;2019;). *Digital entrepreneurship, gender and intersectionality : An east asian perspective*. Cham: Palgrave Macmillan US. doi:10.1007/978-3-319-97523-8
- Yetisen, A. K., Volpatti, L. R., Coskun, A. F., Cho, S., Kamrani, E., Butt, H., . . . Yun, S. H. (2015). entrepreneurship. *Lab on a Chip*, 15(18), 3638-3660. doi:10.1039/c5lc00577a

Impacto de la innovación en la industria Alimentaria del maíz, aceptación del consumidor y su percepción sobre alimentos tradicionales.

Karla Cristina Bonilla Restrepo
Universidad de Antioquia, Unidad de Transferencia Tecnológica,
Colombia karla.bonilla@udea.edu.co

Resumen

Uno de los principales impulsores económicos del país es la industria de alimentos y bebidas, está cubierta en gran medida por la industria alimentaria tradicional donde la comercialización es soportada por las pequeñas y medianas empresas. Con el fin de conservar y extender la oferta en términos de mercado, es necesaria la implementación de estrategias relacionadas con la ciencia, tecnología e innovación, sea en términos de mejora de proceso, nuevos productos o mercado. El estudio, investiga los atributos deseados por el consumidor de acuerdo a su aceptación en diferentes innovaciones de productos alimenticios tradicionales de maíz, de gran importancia en la dieta y el mercado colombiano. El estudio identifica que los consumidores expresan aceptaciones en las innovaciones de alimentos tradicionales en relación a su interés de consumo, precio y frecuencia de consumo. El resultado demuestra que las innovaciones propuestas en alimentos tradicionales tienen aceptación siempre y cuando relacionen el origen orgánico del producto, siendo determinadas como variables de mayor costo. El estudio concluye que el consumidor acepta el consumo de productos tradicionales innovadores y muestra interés por consumir alimentos nuevos derivados de maíz, estas afirmaciones son relevantes para la industria en el desarrollo de productos e intervenir en las actividades de innovación como oportunidad para llegar a otros mercados y personalizar productos en consumidores específicos proporcionando así una ventaja competitiva para el sector alimentario.

Palabras clave

Consumidor, Innovación, Productos tradicionales

1. Introducción

Uno de los principales impulsores económicos del mundo es la industria de alimentos y bebidas, solo en Europa el 70% de las materias primas de la producción agrícola europea se convierten principalmente en pequeñas y medianas empresas que emplean de 3,9 millones de personas y en 2006, la comida europea obtuvo un ingreso bruto de 840,000 billones de euros. Una parte importante de las industrias alimentarias europeas produce alimentos tradicionales, cuya comercialización es soportada por las pequeñas y medianas empresas (Guerrero. L, Claret. A, W, Sulmont-Rossé, & Hersleth. M, 2016).

En Colombia el panorama es muy parecido, a pesar del gran portafolio de productos en el mercado, los colombianos siguen siendo muy tradicionales en la alimentación. Esto lo explican los resultados del estudio de Nielsen sobre los hábitos de desayuno de los colombianos, que muestran cómo los huevos, el pan, la arepa casera, el café y el chocolate predominan como los favoritos para empezar el día. Estos productos son consumidos por 7 de cada 10 colombianos

en los hogares (The Nielsen

Company, 2015). Según (Euromonitor International, 2017) los productos horneados registran un crecimiento del 3% respecto al 2016 y alcanzan las ventas de 908,000 toneladas y COP 5,928 millones, siendo los productos tradicionales impulsores económicos, un ejemplo de ello es la arepa que ocupa una parte importante de la industria alimentaria, 191 empresas tienen Registro Sanitario para comercializar el producto en el país (INVIMA, 2017), la mayoría entran en la categoría de pequeñas y medianas empresas.

El valor tradicional de los alimentos radica en los patrones de la dieta de las poblaciones, incluidos los de las sociedades modernas. La demanda de consumo de alimentos tradicionales ha aumentado en muchos países occidentales (Vanhonacker et al., 2013) debido a que es considerada como parte importante del patrimonio cultural, histórico e identidad geográfica de cada región y por esta razón la industria alimentaria se está orientando al desarrollo de estos productos (Robert & Caplan, 1993) porque la agricultura moderna parece estar ligada a devolverse al pasado por una apropiación de tradiciones, algunas ignoradas, otras pérdidas a través de los tiempos. Estas tradiciones representan una condición previa para innovar y fomentar en esta generación el desarrollo local para la sostenibilidad, teniendo en cuenta que la ciencia y la investigación podrían contribuir al desarrollo de productos innovadores derivadas del conocimiento tradicional y podría acercarse a la reinención de técnicas tradicionales con influencia en el mercado. Éstas prácticas y técnicas innovadoras derivadas de conocimientos pasados tradicionales tienen posibilidades en tiempos actuales y futuros fomentando el desarrollo de la innovación tradicional denominada traditiovation (Cannarella. C & Piccioni. V, 2011).

En Antioquia, la estructura productiva en empresas fabricantes de alimentos tradicionales, tiene un comportamiento poco eficiente y tecnificado, esta característica principal se relaciona en que sus productos permanecen en el tiempo sin algún cambio significativo o se evidencian variaciones mínimas en términos de envase, diseño, cambios de algunos ingredientes y esto se realiza por exigencia del ente regulatorio o factores de precio que influyen en la compra de las mismas materias primas, también por exigencia del consumidor o en otros casos porque competidores realizan cambios y la empresa se ve en la necesidad de realizarlos también. La gran mayoría de la producción de empresas fabricantes de productos tradicionales cuenta con pocas bases científicas, su proceso aún reposa en prácticas muy antiguas que no van en línea con el mercado actual. Es posible que quieran realizar mejoras de producto, proceso y mercado que benefician notablemente competitividad en relación a otros fabricantes; sin embargo podrían tener dificultades de inversión para mejorar procesos (Robledo, López, & Pérez, 2010).

Conocer las necesidades e intereses de los consumidores es imprescindible para una inserción exitosa y sostenible en el mercado. Las pequeñas y medianas empresas están limitadas financieramente en cuanto a la investigación del mercado e investigación científica (Kühne, Vanhonacker, Gellynck, & Verbeke, 2010). Aunque los costos de realizar éste tipo de innovaciones podrían afectar la sostenibilidad de la empresa, muchos empresarios son conscientes que la innovación es un motor clave para permanecer en la industria alimentaria; sin embargo para lograr su permanencia es necesario entender la innovación, revisar las tendencias del mercado y lo que requiere la región y el país en un producto alimentario, ofreciendo un valor agregado en términos de beneficio pues es un factor determinante en la aceptación de las innovaciones alimentarias por parte de los consumidores (Jorge Robledo, 2010).

El presente estudio, investiga la aceptación del consumidor en diferentes innovaciones

de los productos alimenticios tradicionales de maíz en Antioquia y la aceptación de nuevos productos con la misma materia prima tradicional. En la definición de los conceptos "tradicionales" e "innovación" desde la perspectiva del consumidor, se analiza su aceptación según los atributos deseados de acuerdo a una escala de Likert de 1 hasta 5, donde se identifica su marco de decisión para aceptar o rechazar las innovaciones alimentarias propuestas en productos tradicionales y el uso de la materia prima tradicional para la fabricación de otros productos, la aceptación resultante está orientada al interés de consumo mediante algunas variables evaluadas como el género (Femenino - Masculino) y el estrato. Con estos resultados la industria tradicional tendrá bases para el desarrollo de nuevos productos alimentarios en segmentos de consumidores específicos e identificar ventajas competitivas para el sector.

2. Metodología

Fueron recopilados datos descriptivos y cuantitativos a través de una encuesta realizada a consumidores teniendo en cuenta edad, género y estrato. El tamaño total de la muestra fue de 400 individuos a quienes se les pidió que evaluaran la selección de productos tradicionales de la región Antioqueña y posibles desarrollos de productos con el maíz en una escala de 1 a 5 en la escala de Likert, la encuesta fue basada en el marco (Ronteltap et al., 2007) para medir la aceptación del consumidor. La escala de calificación donde 1 es rechazo o desacuerdo y 5 es aceptación, sea de consumo del alimento tradicional o interés de consumo de un producto nuevo en el mercado derivado del maíz, la puntuación más alta está relacionada con la creencia a la innovación y la posibilidad de innovaciones en la transformación de alimentos tradicionales.

En el estudio se eligieron las variables género, estrato y frecuencia de consumo debido a que son variables de influencia respecto a la elección y preparación de alimentos, estas tienen efectos para determinar la aceptación del consumidor ante innovaciones en el producto tradicional (Guerrero et al., 2009).

2.1. Diseño, población y muestra

Se realizó un muestreo a conveniencia no probabilístico en el cual la recolección de datos se hizo presencial y virtual con la participación voluntaria de los consumidores tanto hombres como mujeres, debido a que ambos géneros reportan motivaciones diferentes de compra para consumir determinados alimentos (Otterbring, 2017). Se trató de conservar el porcentaje de personas con base en la estratificación por niveles bajo, medio y alto.

2.2. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se realizó un análisis descriptivo de datos en el que se empleó un análisis factorial exploratorio vía componentes principales con matriz de correlación tetracórica y rotación oblicua. Se elaboró análisis gráfico Biplot asociado con las variables de interés y se utilizaron los paquetes estadísticos SAS UNIVERSITY y R versión 3.3.2.

3. Resultados

Oportunidades de Innovación de la industria para determinar las innovaciones en mercado tradicional de alimentos de maíz: Los procesos de innovación han sido complejos y ha tenido desafíos especialmente por parte de las micro, pequeñas y medianas empresas, en muchos casos presentando dificultades en cuanto al desarrollo tecnológico e integración de nuevas ideas para generar capacidades de innovación. (Kühne, Gellynck, & Weaver. R, 2015).

3.1. *Análisis multivariado Biplot*

La tabla 1, ofrece una visión general de la aceptación del consumidor por elegir productos innovadores según las tendencias en el sector alimentario (Mintel, 2017), en este caso se plantearon 5 propuestas de productos considerados como productos innovadores y fueron analizadas respecto al género, entre la innovaciones se encuentra productos derivados de la variedad de maíz morado, maíz como snack, industrialización de procesos artesanales, uso alimentario de hojas maíz y bebidas procesadas a base de maíz. Se muestra la aceptación por consumir más productos derivados de la variedad de maíz morado en las diferentes presentaciones ($p < 0.05$) respecto al valor reportado por las mujeres (50,7%), la industrialización de procesos artesanales del maíz ambos géneros valoran éste aspecto, y el interés muestran también preferencias por consumir bebidas procesadas a base de maíz, éste análisis comparativo frecuencial permite identificar productos para el aprovechamiento de las capacidades de la industria y dar respuesta a las exigencias del consumidor en mercado tradicional por medio de co-creación. Los resultados reportan mayor interés de consumo en productos tradicionales industrializados y productos snacks derivados de maíz Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de innovaciones en productos alimentarios derivados de maíz.

¿Qué le gustaría que el mercado le ofreciera?	Porcentaje Si (Femenino)	Porcentaje Si (Masculino)
Productos derivados de la variedad de Maíz morado en diferentes presentaciones	50.7 b	63.1 a
Consumo de maíz como snack	71.2 a	70.8 a
Industrialización de procesos artesanales del maíz (mazamorra, empanadas, tamales)	74.6 b	83.0 a
Uso alimenticio a las hojas del maíz	54.4 a	51.7 a
Bebidas procesadas a base de maíz	67.1 a	74.4 a

Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

Se realizó un análisis factorial exploratorio que permitió definir tres factores para cada género, donde el factor uno relacionado con el género femenino se correlacionó con las variables: origen orgánico, la no presencia de conservantes, seguido de la presencia de colores llamativos. El factor dos se asoció con: control de peso y aspectos asociados con la nutrición y la salud. El factor tres lo definen: el grado de saciedad o llenura, el sabor, la facilidad de abrir el empaque, la conservación del producto y los aspectos relacionados con el reciclaje. El

género masculino define así los factores, componente uno, se correlacionó con: origen orgánico, control de peso y no conservantes. El factor dos lo establecen: el color llamativo, aspectos nutricionales y salud y lo que tiene que ver con el reciclaje. El factor tres lo define: el grado de saciedad o llenura, sabor tradicional, conservación del producto y la facilidad de abrirlo, como se puede evidenciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis del factor exploratorio por género según los intereses del consumidor y lo que la industria no ofrece.

Variables	Género femenino			Género masculino		Factor 3
	F actor 1	F actor 2	Fa actor 3	F actor 1	Fa actor 2	
Saciedad o llenura			0.597			0.814
Sabor tradicional			0.571			0.746
Colores llamativos	0.561				0.822	
Origen orgánico	0.817			0.779		
Sin conservantes	0.742			0.923		
Control de peso		0.802		0.641		
Nutrición/Salud		0.798			0.458	
Fáciles de abrir			0.752			0.734
Conservar el producto			0.779			0.804
Reciclables			0.452		0.569	
Pruebas de Validez	<i>Adequacy of the correlation matrix determinant of the matrix</i>			<i>adequacy of the correlation matrix determinant of the matrix</i>		
	= 0.143456047184020			= 0.031190858604937		
	<i>bartlett's statistic</i>			<i>bartlett's statistic</i>		
	661.8 (df = 45; p = 0.000010)			= 453.7 (df = 45; p = 0.000010)		
	<i>kaiser-meyer-olkin (kmo) test</i>			<i>kaiser-meyer-olkin (kmo) test</i>		
	0.78891 (fair)			= 0.77225 (fair)		
Wilks' Lambda		0.964			0.392	

Pillai's Trace	0.035	0.1392
Hotelling-Lawley Trace	0.037	0.1392
Roy's Greatest Root	0.037	0.1392

Se presentó diferencia estadística unidimensional entre género relacionado con los siguientes aspectos: sabor tradicional, sin presencia de conservantes, control de peso, aspectos relacionados con la nutrición y la salud, facilidad de abrir el empaque y aspectos relacionados con el reciclaje. Anotando que las mujeres manifiestan mayor preferencia por este tipo de innovaciones en el producto tradicional, en este caso las variables muestran aceptación del consumidor por insertar innovaciones o cambios al producto tradicional (Tabla 3). En ésta tabla se ofrece una visión general de la aceptación del consumidor en las 10 innovaciones propuestas para el producto, los puntajes promedio variaron de 3.1 (colores llamativos) a 4.4 (fáciles de abrir) para la medida de aceptación. Todas las puntuaciones en los criterios de aceptación indican que la intención de compra influye positiva o negativamente por la innovación presentada, en el caso de colores llamativos, la innovación se evalúa negativamente en términos generales de aceptación, podría relacionarse en que ésta innovación tiene el mayor impacto en el carácter tradicional de un producto regional. Las puntuaciones para la aceptación fueron positivas (más de 4) para las innovaciones en ambos géneros (femenino y masculino) en cuanto a sabor tradicional, fáciles de abrir, conservar el producto y que sea reciclable, muestran oportunidades para el sector alimentario tradicional obteniendo beneficios para la industria, además podrían reforzar el carácter tradicional del producto. Otras innovaciones en relación a origen orgánico del producto, sin conservantes y control de peso no tienen un impacto de aceptación positivamente fuerte; sin embargo, son innovaciones que pueden ser percibidas por el consumidor como variables de mayor costo, podrían presentar oportunidades en segmento de mercado específico que quiere conocer el origen del producto y garantizar que los productos que consume tienen efectos saludables en el organismo. En el caso de la variable saciedad o llenura, está relacionada

Tabla 3. Aceptación promedio relacionada con aspectos de la arepa como producto tradicional

Variables	Femenino	Masculino
Saciedad o llenura	4.1±1.3 a	3.9±1.3 a
Sabor tradicional	4.4±1.0 a	4.2±1.1 b
Colores llamativos	3.1±1.5 a	3.1±1.4 a
Origen orgánico	3.8±1.4 a	3.6±1.5 a
Sin conservantes	3.7±1.5 a	3.4±1.6 b
Control de peso	3.5±1.5 a	3.1±1.5 b
Nutrición/Salud	4.2±1.3 a	3.7±1.5 b
Fáciles de abrir	4.4±1.2 a	4.1±1.3 b
Conservar el producto	4.2±1.2 a	4.1±1.3 a
Reciclables	4.1±1.4 a	3.7±1.6 b

Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

El análisis de variables dio lugar a la formación de tres conjuntos distintos en términos conceptuales considerados como niveles de atributos como se muestra en la Tabla 4. Éstos

fueron clasificados en preocupación por la salud, embalaje de alimentos y desarrollo de nuevos productos de acuerdo a las preferencias por estratos socioeconómicos. El primer componente explica que para los estratos bajo, medio y alto, la variable nutrición y salud tiene mayor importancia sobre las variables control de peso y origen orgánico. En el segundo componente, embalaje de alimentos, tiene mayor incidencia en los tres estratos para la variable fácil de abrir y en el tercer componente que los estratos bajo y medio preferirían la industrialización de productos tradicionales; mientras que el estrato alto prefiere el desarrollo de otros productos usando la variedad de maíz morado.

Tabla 4. Caracterización de niveles de atributos sobre los productos de maíz en términos del estrato.

Niveles de Atributos	VARIABLES	Estrato bajo (%)	Estrato Medio (%)	Estrato Alto (%)
Preocupaciones de salud	Control de peso	5,02	39,07	54,17
	Nutrición y salud	7,02	68,84	70,83
	Origen orgánico	5,14	59,53	54,17
Embalaje para alimentos	Reciclable	6,91	70,23	62,50
	Fáciles de abrir	7,95	73,02	70,83
	Conservación del producto en el tiempo	6,90	62,33	58,33
Nuevos productos	Maíz morado	4,80	53,02	66,67
	Snack	5,26	67,91	54,17
Hojas del maíz		3,92	53,02	54,17
Industrialización de procesos artesanales		7,25	69,30	58,33
Bebidas de maíz		6,91	64,19	62,50

El segmento de la Tabla 5. corresponde a la agrupación de preferencias para productos nuevos en el mercado según los estratos socioeconómicos evaluados, el estrato bajo y medio reportan preferencia del 73,25% y 69,3 respectivamente por la Industrialización de procesos artesanales del maíz como son mazamorra, empanadas y tamales. En el caso del estrato alto, se refleja preferencia de consumo por alimentos donde se emplee la variedad de maíz morado.

Tabla 5. Preferencia sobre la percepción del consumidor frente a nuevos productos de maíz

	Uso alimenticio a las hojas del maíz (%)	Maíz morado (%)	Bebidas procesadas a base de maíz (%)	Maíz como snack (%)	Industrialización de procesos artesanales del maíz (mazamorra, empanadas, tamales) (%)	
bajo	Estrato	39,92	42,80	60,91	59,26	73,25
Medio	Estrato	53,02	53,02	64,19	67,91	69,30
Alto	Estrato	54,17	66,67	62,50	54,17	58,33

En la Tabla 6. se muestra la aceptación y el carácter tradicional percibido por los consumidores según el estrato socioeconómico, los resultados presentan mayor incidencia para el consumo de arepa respecto al pan y compra de las mismas marcas en el estrato alto con un valor porcentual de 79,17% y 83,33% respectivamente, siendo éste el estrato con menos interés en la industrialización de los productos artesanales y el valor más bajo para conservar el valor tradicional de los productos de la región.

Tabla 6. Carácter tradicional percibido por los consumidores según el estrato

	Estrato bajo (%)	Estrato Medio (%)	Estrato Alto (%)
¿Prefiere consumir arepa o pan?	75,31	73,02	79,17
¿Usualmente compra las mismas marcas de productos en el mercado?	67,49	76,28	83,33
Industrialización de procesos artesanales del maíz (mazamorra, empanadas, tamales)	73,25	69,30	58,33
Sabor tradicional	75,72	81,40	75,00

4. Discusión y análisis

Los productos alimenticios que combinan las características de los productos tradicionales son altamente valorados por los consumidores especialmente por su carácter natural, sabor y calidad. Se observan diferencias notables no solo entre categorías de productos dentro del mismo entorno geográfico sino también entre diferentes entornos para la misma categoría de productos (Fernández-Ferrín et al., 2017). Comparados con el estudio realizado en el presente trabajo se muestra la importancia por parte del consumidor en consumir alimentos tradicionales y también se evidencia una clara necesidad de ampliar el portafolio de opciones.

En este caso la industria produce productos alimenticios tradicionales que en muchas ocasiones no es permeable al desarrollo de otros productos que mejoren la calidad en términos de desarrollo investigativo, marca y seguridad alimentaria. Existen estudios en Europa sobre alimentos tradicionales (Pilone, Lucia, Alessandro, & Nobile, 2015), que han evaluado la disposición del consumidor a pagar más por innovaciones en éste tipo de alimentos, según los resultados el consumidor tiene una mirada positiva a la integración de atributos relacionados con la innovación y es posible que sean aplicados a nivel regional.

Los resultados muestran la preferencia de consumo de la arepa respecto al pan en los estratos bajo, medio y alto; sin embargo los datos de mercado reportan ventas de valor del pan fermentado envasado fueron considerablemente más altas en 2017 que las de tortillas y arepas (Euromonitor International, 2017). Según estos reportes, aunque las arepas son componentes de comidas muy importantes en Colombia y especialmente en Antioquia por su valor tradicional, muchas personas las elaboran en casa con premezclas que se encuentran en el mercado y algunas industrias tradicionales dedicadas a ésta producción no se encuentran registradas o no entran en los indicadores de mercado. Los productos artesanales continuaron dominando los productos horneados en 2017, representando un 65% de las ventas de valor, marcas como Bimbo de Colombia se mantuvo como el actor principal con participación del 10% en ventas de productos en ésta categoría. Esta posición se puede atribuir a la extensa red de distribución de la compañía, que abarca tanto a los minoristas de comestibles como pequeñas tiendas de abarrotes. (Euromonitor International, 2017).

Las tendencias de consumo de alimentos han sugerido que los consumidores consideran importante obtener más información sobre el producto en términos de nutrición, seguridad alimentaria, métodos de producción y calidad, lo que ha llevado a la industria a establecer procesos investigativos para mejorar productos y procesos (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014). En este estudio, los consumidores valoran la importancia de incorporar atributos a los productos tradicionales, lo cual en términos generales puede ser una referencia para el desarrollo de nuevos productos y una oportunidad de mejorar los que ya se encuentran en el mercado. En términos de regulación alimentaria en Colombia se cuenta entre los primeros actos reglamentarios de inocuidad alimentaria con el decreto 3075/1997 (Ministerio de Salud, 1997), mientras que el documento para requisitos de etiquetado de los alimentos apareció en el 2011 con la resolución 333 (Ministerio de la Protección Social, 2011) y en el 2012 con la resolución 684 (Ministerio de la Salud y Protección Social, 2012). Actualmente no se cuenta con el marco reglamentario necesario para declarar materias primas de origen orgánico, siendo importante que el maíz es una base importante como materia prima para la fabricación de alimentos como leches fermentadas, yogures, alimentos fortificados con vitaminas y minerales además de los productos tradicionales. Posiblemente uno de los factores que son considerados en la tendencia exponencial que tienen los productos orgánicos son los beneficios que pueden traer a la salud (Morgan & Murdoch, 2000).

La ciencia ha empezado a comprender y desarrollar innovaciones a partir de conocimientos tradicionales que no han sido bien acogidos y están diseñando estrategias para el aprovechamiento de recursos naturales, teniendo en cuenta que varios sectores tienen conocimientos tradicionales que no han sido explorados y podrían contribuir al progreso de la ciencia (Cannarella. C & Piccioni. V, 2011). En el presente estudio se revisó la importancia del uso del maíz como insumo y el factor de preferencia para productos alimentarios tradicionales determinado por la cultura, el estrato socioeconómico, el contexto en que se desarrolla la población, respecto al género y al estrato, se evidencia la preferencia de compra hacia la arepa y el interés por aplicar innovaciones a productos tradicionales, siendo el precio un factor

predominante en la elección diaria del consumo de la Arepa, especialmente los estratos más bajos. Por otro lado, los estratos más altos tienen actitudes culturales que posiblemente adaptados a otros espacios ambientales tienen otros hábitos alimentarios, esto promueve la inserción de alimentos más saludables en el que la oferta de compra varía y no únicamente a los productos tradicionales ofrecidos en el mercado Antioqueño, en éste punto es donde radica la importancia de mantener un producto tradicional en el tiempo a partir de la base científica.

También se muestran resultados positivos para la elección de alimentos derivados de maíz que podrían ser considerados como innovadores, la tendencia al consumo de nuevos productos podría estar relacionada con el tipo de población objetivo de muestra entre 20-40 años de edad, según (Bagchi & Nair, 2017) la edad influye en las preferencias del consumidor, un ejemplo de ello son los millennials, definidos como los nacidos entre los años 80's y 2000, es una población de preferencia por los anunciantes debido a su susceptibilidad a la influencia y tendencia al cambio o la novedad. Las tradiciones y actitudes los llevan a elegir comidas no convencionales en el que la disponibilidad de alimentos debe ofrecer mayores alternativas. Para éste segmento se encuentra en enfoque hacia los "Nuevos Productos Alimentarios", pueden ser una nueva creación, alimentos que ya se encuentran en el mercado bajo el uso de nuevas tecnologías o pueden ser innovaciones de mercado. Ésta población es muy importante y es donde se está orientando el mercado, es de resaltar que el relevo generacional trae consigo nuevos estilos y comportamientos, trayendo así tendencias alimentarias y obliga al mercado a generar ofertas saludables que impliquen la conservación del carácter tradicional (Bagchi & Nair, 2017).

El carácter tradicional percibido refleja el compromiso de los consumidores por conservar el valor tradicional de un producto pero no necesariamente que no posea cambios, Sin embargo, no todas las tecnologías son aceptadas por los consumidores; algunos causan resistencia especialmente cuando se trata de la conservación del valor tradicional en términos de garantizar la seguridad alimentaria es una tendencia que va en línea con el interés del consumidor por su "Nutrición y salud" y el consumo de lo "natural" aunque el término es cuestionado, para el lenguaje de muchos consumidores es claro. Ésta tendencia es emergente y es una necesidad por parte del consumidor que tiene impactos tan grandes como el de alimentos funcionales que ha sido y sigue siendo tendencia en el mundo con un fuerte mercado (Barkin & Barn, 2014).

El estudio presenta limitaciones para su aplicación a corto y mediano plazo en la industria, especialmente por factores económicos en la inyección de capital para el desarrollo de productos y mejoras en proceso y productos ya existentes. La industria alimentaria es conservadora y más cuando se trata de la industrialización de productos tradicionales, esto hace que los costos del producto sean menores y solo cubra el mercado regional y pocas veces el producto se expanda a nivel nacional.

5. Conclusiones

Los resultados del estudio muestran que el consumidor de alimentos tradicionales tiene motivación por los valores tradicionales de la región y muestra interés por conservarlos, siendo hábitos de consumo predominantes en la preferencia de alimentos tradicionales derivados de maíz. Se encontró que, en la población encuestada, existen consumidores que dan importancia al producto tradicional de acuerdo a las escalas de aceptación o rechazo y que estarían interesados en consumir productos diferenciadores obtenidos con la misma materia prima.

Estos hallazgos podrían ser de interés en la manera en que la empresa fortalece las innovaciones conservando el producto tradicional, para lograr posicionamiento en el mercado con productos diferenciados.

El estudio cuantitativo realizado, ha dado como respuesta que la innovación en un producto tradicional tiene opciones de mercado debido a la aceptación, siendo un aspecto importante que el consumidor estaría dispuesto a consumir productos alimenticios tradicionales derivados de maíz con determinadas innovaciones en cuanto a etiqueta y fabricación de nuevos productos derivados de maíz tienen aceptación; así como consumir productos que tengan algún beneficio adicional para la salud, especialmente para el control de peso, mejoras en términos de nutrición con beneficios que superan la importancia del carácter tradicional o mejoran el valor negativo.

El mercado habla de los altos índices de fracaso en las innovaciones a nivel general y especialmente las innovaciones en el sector alimentario (Menrad, 2003), es posible que se lancen productos al mercado que no son fundamentales para el consumidor y no se comprende de manera acertada el valor tradicional que da a sus comidas. Es por eso que la investigación realizada tiene el enfoque de la aceptación del consumidor de alimentos tradicionales derivados de maíz, teniendo en cuenta que algunos son desarrollos tradicionales en proporción a la aceptación del consumidor, vinculados a factores que se relacionan con las propiedades nutricionales y saludables en la que los resultados tuvieron muy buena aceptación y podrían llegar a ocupar un mercado interesante en la población.

Los hallazgos determinan las preferencias de los consumidores por el consumo de alimentos tradicionales y la aceptación de incorporar innovaciones en éstos alimentos, los cambios dependen no solo del aspecto y las propiedades sensoriales, sino también de conservar el carácter tradicional. Comprender estos aspectos puede ayudar a mejorar la competitividad de la industria tradicional mediante estrategias eficaces como mejoras en el aspecto del producto a través del envase, información sobre los características, saludables del producto y amigables con el medio ambiente (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014).

6. Referencias

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211.
- Bagchi, D., & Nair, S. (2017). Growth patterns and emerging opportunities in nutraceutical and functional food categories: market overview. In Elsevier Inc. (Ed.), *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products* (pp. 21–27). Amsterdam.
- Barkin, D., & Barón, L. (2014). Development in Practice Constructing alternatives to globalisation: strengthening tradition through innovation. *Development in Practice*, 15, 175–181. <http://doi.org/10.1080/09614520500041617>
- Cannarella, C., & Piccioni, V. (2011). Technovation Traditioventions: Creating innovation from the past and antique techniques for rural areas. *Technovation*, 31(12), 689–699. <http://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.07.005>
- Chinnakonda, D., & Telford, L. (2007). *Local and regional food economies in Canadá: Status report*. (Retrieved from Government of Canada, Ed.). Retrieved from http://publiccentrale-ext.agr.gc.ca/pub_view-pub_affichage-eng.cfm?publication_id=10308E
- Claudy, M., Garcia, R., & O'Driscoll, A. (2014). Consumer resistance to innovation a behavioral reasoning perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43, 528–544. <http://doi.org/DOI.10.1007/s11747-014-0399-0>
- Cohen, P. (2014). Hazards of Hindsight — Monitoring the Safety of Nutritional Supplements. *The New England Journal of Medicine*, 370, 1277–1280. <http://doi.org/0.1056/NEJMp1315559>
- DANE. (2015). *Encuesta Nacional Agropecuaria ENA*. Retrieved from

- <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, *13*, 319–340.
- Devautour, H., Soulard, C. T., Faure, G., & Hubert, B. (2013). Conclusion: en route...but which way? In Wageningen Academic Publishers (Ed.), *Renewing innovation systems in agriculture and food How to go towards more sustainability?* (pp. 221–225). Netherlands. <http://doi.org/10.3920/978-90-8686-768-4>
- Dini, C., García, A., & Viña, S. Z. (2012). Non-traditional flours: frontiers between ancestral heritage and innovation. *Food & Function*, *6*, 606–620. <http://doi.org/10.1039/c2fo30036b>
- Estrada, J. (2017). *Fogón Antioqueño* (Fondo de C). Medellín, Colombia.
- Euromonitor International. (2017). *Baked Goods in Colombia*. Retrieved from <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2382/portal/analysis/tab>
- Fernández-Ferrín, P., Calvo-Turrientes, A., Bande, B., Artaraz-Miñón, M., & Galán-Ladero, M. M. (2017). The valuation and purchase of food products that combine local, regional and traditional features: The influence of consumer ethnocentrism. *Food Quality and Preference*, (February), In press. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.09.015>
- Fischer, A., & Reinders, M. (2016). Consumer acceptance of novel foods. In Elsevier (Ed.), *Innovation Strategies in the Food Industry* (pp. 271–292). <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803751-5.00014-3>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. *Addison-Wesley, Reading, MA*.
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, *98*(3), 361–371. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>
- Gawronski, B. (2007). Editorial: attitudes can be measured! but what is an attitude? *Social Cognition*, *25*, 573–581.
- Gould, M., & Swartz, D. (1965). Process for preparing a precooked corn flour. US. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US3212904>
- Guerrero, L. (2010). Is consumer behaviour a qualitative affair? In *Fourth European Conference on Sensory Science Symposium*. Victoria, Spain: 2010.
- Guerrero, L., Claret, A. W., Sulmont-Rossé, & Hersleth, M. (2016). Innovation in traditional food products: does it make sense. In *Innovation Strategies in the Food Industry* (pp. 1–13). Elsevier. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803751-5-00005-2>
- Guerrero, L., Guardia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-biemans, S., ... Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, *52*, 345–354. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2008.11.008>
- Imami, D., Chan-Halbrecht, C., Zhang, Q., & Zhllima, E. (2011). Conjoint analysis of consumer preferences for lamb meat in Central and Southwest Urban Albania. *International Food and Agribusiness Management Review*, *14*, 111–125.
- INVIMA. (2017). Retrieved from farmacovigilancia.invima.gov.co:8082/Consultas/consultas/consreg_encabcum.jsp
- Kemp, S. E. (2013). Consumers as part of food and beverage industry innovation. In Woodhead Publishing Limited (Ed.), *Open Innovation In The Food And Beverage Industry* (pp. 109–138). UK. <http://doi.org/10.1016/B978-0-85709-595-4.50007-8>
- Kühne, B., Gellynck, X., & Weaver, R. (2015). Enhancing Innovation Capacity Through Vertical, Horizontal, and Third-Party Networks for Traditional Foods. *Agrobusiness*, *31*(3), 294–313. <http://doi.org/10.1002/agr>
- Kühne, B., Vanhonacker, F., Gellynck, X., & Verbeke, W. (2010). Innovation in traditional food products in Europe: Do sector innovation activities match consumers' acceptance?. *Food Quality and Preference*, *21*(6), 629–638. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.03.013>
- Lang, M., Stanton, J., & Qu, Y. (2014). Consumers' evolving definition and expectations for local foods. *British Food Journal*, *116*, 1808–1820. <http://doi.org/https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2014-0117>
- Läpple, D., Renwick, A., Cullinan, J., & Thorne, F. (2016). Land Use Policy What drives innovation in the agricultural sector? A spatial analysis of knowledge spillovers. *Land Use Policy*, *56*, 238–250. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.032>
- Levin, R. (2004). *Estadística para administración y economía* (7th ed.). México. Retrieved from

- <https://www.yyy.files.wordpress.com/2014/09/estadc3adstica-para-administrac3b3n-y-econome3ada-7ma-dic3b3n-richard-i-levin.pdf>
- Menrad, K. (2003). Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering*, *56*, 181–188. [http://doi.org/S0260-8774\(02\)00247-9](http://doi.org/S0260-8774(02)00247-9)
- Ministerio de la Protección Social. (2011). Resolución 333/ 2011. 2011. Ministerio de la Salud y Protección Social. (2012). Resolución 684/2012. Ministerio de Salud. (1997). Decreto 3075 de 1997.
- Morgan, K., & Murdoch, J. (2000). Organic vs . conventional agriculture : knowledge , power and innovation in the food chain. *Geoforum*, *31*, 159–173. <http://doi.org/0016-7185/00/>
- Otterbring, T. (2017). Healthy or wealthy ? Attractive individuals induce sex-specific food preferences. *Food Quality and Preference*, *In Press*. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.02.014>
- Patents Inspiration. (2017). Patents Arepa. Retrieved from <https://app.patentsinspiration.com/#report/cceb8D94D079/filter/patents>
- Pieniak, Z., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Guerrero, L., & Hersleth, M. (2009). Association between traditional food consumption and motives for food choice in six European countries. *Appetite*, *53*, 101–108. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2009.05.019>
- Pilone, V., Lucia, C. De, Alessandro, M., & Nobile, D. (2015). Policy developments of consumer' s acceptance of traditional products innovation: The case of environmental sustainability and shelf life extension of a PGI Italian cheese. *Trends in Food Science & Technology*, *41*, 83–94. <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.09.005>
- Reinders, M. ., van der Lans, I. ., Fischer, A. R. ., & van Trijp, H. C. . (2013). *A Review to Collate Information on External Communication as a Basis of Innovation Success*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/264600>
- Robert, K., & Caplan, J. (1993). How Bell Labs Creates Star Performers. *Harvard Business Review*, 1–24.
- Robledo, J. (2010). Introducción a la gestión tecnológica. (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Ed.).
- Robledo, J. (2016). Introducción a la Gestión de la Tecnología y la Innovación. (Universidad Nacional de Colombia, Ed.). Retrieved from <https://minas.medellin.unal.edu.co/centro-editorial/cuadernos/introduccion-a-la-gestion- de-la-tecnologia-y-la-innovacion>
- Robledo, J., López, C., & Pérez, J. (2010). Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación. *Perfil de Coyuntura Económica*, (15), 133–148.
- Ronteltap, A., Trijp, J. C. M. Van, Renes, R. J., & Frewer, L. J. (2007). Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. *Appetite*, *49*, 1–17. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2007.02.002>
- Ronteltap, A., & Van Trijp, H. (2007). Consumer acceptance of personalised nutrition. *Genes and Nutrition*, *2*, 85– 87.
- Rubio, M., & Contreras, R. (2002). Method for the production of precooked and dehulled corn flour for arepa and tortilla. United States. Retrieved from <https://www.google.tl/patents/US6326045>
- Rubio, M., Contreras, R., & F, R. (2003). C ontinuous production of an instant corn flour for arepa and tortilla' using an enzymatic precooking. United States. Retrieved from <https://www.google.ch/patents/US6322836>
- Rubio, M., Montelongo, R., & Contreras, R. (1996). Useful improvements in machines and methods for making arepas. United States. Retrieved from <https://www.google.tl/patents/US5540140>
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—a review. *Appetite*, *51*, 456–467.
- Smits, R. E. H. ., & den Hertog, P. (2007). TA and the management of innovation in economy and society. *Internaional Journal of Foresight and Innovation Policy*, *3*, 28–52. Retrieved from <http://www.nielsen.com/co/es/insights/news/2016/Habitos-de-desayuno-de-los-hogares-colombianos.html>
- Srinivas, S., & Sutz, J. (2008). Developing countries and innovation : Searching for a new analytical approach. *Technology in Society*, *30*, 129–140. <http://doi.org/10.1016/j.techsoc.2007.12.003>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2011). Cadena Productiva del Maíz. Retrieved from www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/CadenaMaizSIC.pdf
- The Nielsen Company. (2015). Lo tradicional no pierde vigencia. Nielsen Global Connected Commerce Survey Q4. Tovar, C. D. G., & Colonia, B. S. O. (2013). Producción y procesamiento del maíz. *Guillermo de Ockham*, *11*(1),97–110.
- Vanhonacker, F., Kühne, B., Gellynck, X., Guerrero, L., Hersleth, M., & Verbeke, W. (2013). Innovations in

traditional foods : Impact on perceived traditional character and consumer acceptance. *Food Research International*, 54(2), 1828–1835. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.027>

Yarar, N., & Orth, U. R. (2018). Consumer lay theories on healthy nutrition: A Q methodology application in Germany. *Appetite*, 120, 145–157. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2017.08.026>

Uma análise dos parâmetros do trâmite prioritário dos processos de patentes no Brasil: reflexões e perspectivas

Érica Guimarães Corrêa

Divisão de Documentação Patentária e Mestranda no Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Brasil E-mail: erica.correa@inpi.gov.br

Alexandre Guimarães Vasconcellos

Divisão de Pós-graduação e Pesquisa do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Brasil alexguim@inpi.gov.br

Resumo

O atraso processual na análise dos processos de patente do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) gera impacto nas expectativas de direito de diversos setores da sociedade, portanto é inegável a urgência de medidas que visem à aceleração da tramitação e concessão das patentes. Apesar do trâmite prioritário acelerar o fluxo processual, a Norma Operacional DIRPA nº 01/07 (INPI, 2007) impunha requisitos formais que dificultavam a eficácia dos dispositivos da Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e da Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a). Propõe-se uma metodologia para verificar a quantidade de processos de patente em fila de espera do trâmite prioritário em função da referida normativa. Nos resultados verifica-se que existem 183 processos de patente de idosos depositados desde 2017 que ainda não são prioritários porque não atendem a requisitos meramente formais e que os requerimentos de priorização permanecem pendentes de avaliação por mais de 1 ano quando os processos de patente estão formalmente inaptos para o trâmite prioritário. Conclui-se que a reformulação dos requisitos dessa normativa era necessária para um procedimento prioritário expedito dos processos de patente no Brasil. Verifica-se que a partir da mudança normativa, em 01 de julho de 2019, com a publicação da Resolução nº 239/2019 (INPI, 2019^a) e da Instrução Normativa nº 01/2019 (INPI, 2019^b), os principais gargalos normativos apontados foram superados.

Palavras-chave

Propriedade Industrial; Patentes; Aceleração de exame de patentes; Trâmite prioritário de patentes.

1. Introdução

A análise dos processos de patentes no Brasil tem sido bastante morosa. De acordo com dados de 2018 (INPI, 2018^b), em média, o trâmite regular de um processo de patente no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), desde o depósito do pedido de patente até a concessão da patente, é de 10 anos em alguns setores tecnológicos.

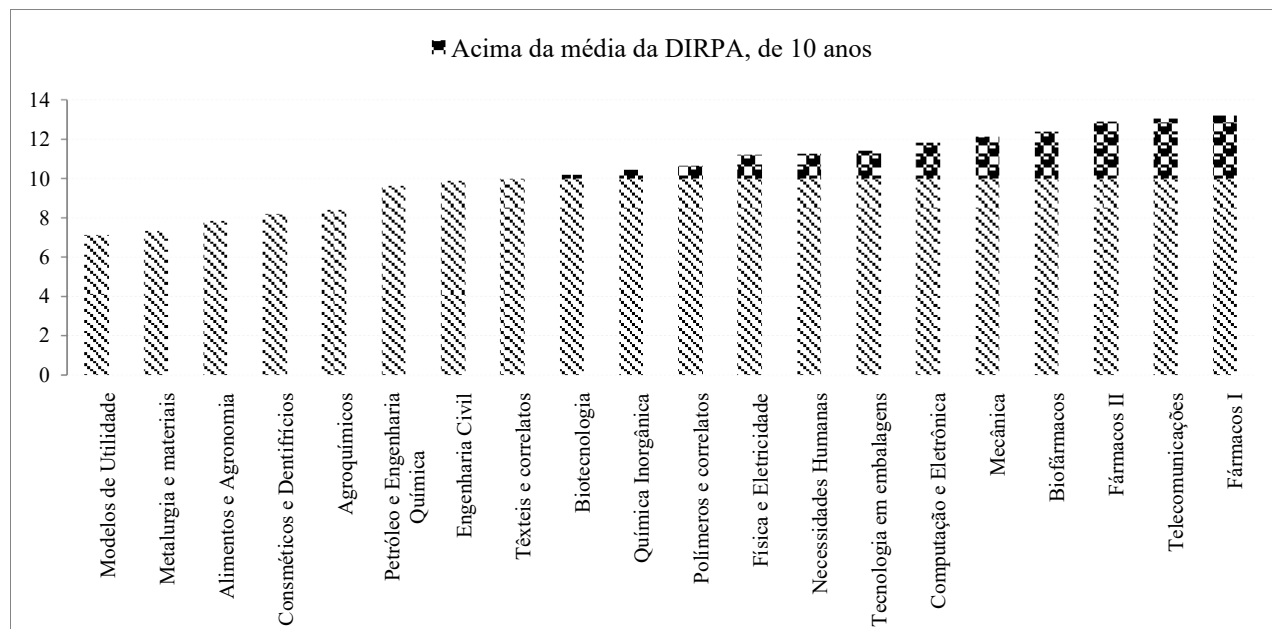
Essa demora tem ocasionado diversos problemas, como, por exemplo, insegurança jurídica para os requerentes que depositam um processo de patente sem ter a certeza de quando será concedida a patente, bem como para potenciais investidores com interesse de colocar tecnologia no mercado brasileiro.

Ademais, o atraso processual possibilita a extensão do direito exclusivo da patente além do período de 20 anos comumente concedido. De acordo com o art. 40 da Lei da Propriedade

Industrial (LPI)¹ (Brasil, 1996), a vigência da patente é de 15 anos para modelo de utilidade (MU) e 20 anos para patente de invenção (PI). Entretanto, por força do parágrafo único do referido artigo, a vigência não será inferior a 10 (dez) anos para PI e 7 (sete) anos para MU, a contar da concessão da patente.

Portanto, a morosidade processual no âmbito dos direitos da propriedade intelectual é um tema delicado e que merece cuidado, haja vista que a proteção de tais direitos visa ao desenvolvimento econômico e tecnológico do país.

Gráfico 1. Tempo médio de concessão da patente por campo tecnológico



Fonte: Modificado a partir do Relatório de Atividades INPI, 2018.

Conforme observado no gráfico 1, dentre os 20 campos tecnológicos do INPI, 13 foram concedidos na extensão de prazo do parágrafo único do art. 40 da LPI, sendo 12 áreas técnicas referentes a patentes de invenção e 1 (uma) referente a modelo de utilidade.

A extensão de prazo conferida pelo parágrafo único do art. 40 LPI impacta diretamente nos direitos dos titulares de processos de patente, pessoas físicas e jurídicas, nas políticas do governo e nos consumidores de bens de consumo de vários segmentos. Na área farmacêutica, por exemplo, a extensão de prazo do medicamento de referência impossibilita que o medicamento genérico entre no mercado com redução de pelo menos 35% do valor (Vasconcellos & Silva, 2017).

Como bem explicam Januzzi & Vasconcellos (2017), “Essa extensão de vigência, que deveria ser excepcional, tornou-se corriqueira: 38% das cartas-patentes expedidas para pedidos depositados em 1997, 85,5% para pedidos depositados em 1998 e praticamente 100% das

¹ Art.40. A patente de invenção vigorará pelo prazo de 20 (vinte) anos e a de modelo de utilidade pelo prazo 15 (quinze) anos contados da data de depósito.

Parágrafo único. O prazo de vigência não será inferior a 10 (dez) anos para a patente de invenção e a 7 (sete) anos para a patente de modelo de utilidade, a contar da data de concessão, ressalvada a hipótese de o INPI estar impedido de proceder ao exame de mérito do pedido, por pendência judicial comprovada ou por motivo de força maior.

patentes concedidas para medicamento depositadas no Brasil após 1999.”

Em face desses problemas ocasionados pela lentidão na concessão da patente, buscaram-se soluções para o enfrentamento da situação. Dentre estes esforços, está o trâmite prioritário dos processos de patente.

O INPI começou a oferecer o serviço de trâmite prioritário de pedidos de patente em 2006, com a publicação da Resolução PR nº 132 de 17 de novembro de 2006 (INPI, 2006). Com base nessa Resolução, depositantes com idade igual ou superior a 60 (sessenta anos) ou cujo objeto do pedido de patente estivesse sendo reproduzido por terceiros sem sua autorização e ainda aqueles que estivessem sendo acusados pelo depositante de reprodução indevida, poderiam requerer o trâmite prioritário, conforme o art. 2º da referida Resolução.

Para executar essa Resolução, a Diretoria de Patentes, Programas de Computador e PR nº Topografias de Circuitos Integrados (DIRPA) publicou a Norma Operacional nº 01/2007 (INPI, 2007), disciplinando o fluxo processual de análise dos requerimentos de trâmite prioritário. Esta normativa dispunha que o pedido de patente precisava estar apto, ou seja, precisava atender a determinadas condições para que o requerimento de trâmite prioritário fosse analisado, a saber: ter sido depositado há 24 meses, estar com a taxa de exame técnico paga, estar com as anuidades em dia e ter 60 dias da publicação do pedido.

Posteriormente, outras modalidades de exame prioritário foram implementadas. A Resolução PR nº 132/2006 (INPI, 2006) foi revogada e novas resoluções foram publicadas a fim de atender a um maior número de modalidades de exame prioritário, como a introdução de exame prioritário para pedidos cuja matéria receberia fomento de instituições públicas oficiais caso a patente fosse concedida. A Resolução PR nº 151 de 23 de outubro de 2015 (INPI, 2015), recém- revogada, acrescentou às resoluções anteriores a aceleração do exame para portadores de doença grave, deficiência física ou mental e terceiros titulares de patente acusados de reprodução indevida.

Em 2013, visando aos interesses de saúde pública, foi publicada a Resolução PR nº 080 de 06 de maio de 2013 (INPI, 2013) para acelerar o exame de produtos, processos, equipamentos e materiais de uso em saúde relacionados ao tratamento de Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), câncer e doenças negligenciadas, conforme lista do Ministério da Saúde. Essa resolução seguia os requisitos processuais da NO nº 01/07 (INPI, 2007). Em 2018, essa resolução foi alterada para a Resolução PR nº 217 de 03 de maio de 2018 (INPI, 2018^a), também recém- revogada, que introduziu as doenças raras e aumentou o rol da listagem de doenças.

Recentemente, em 01 de julho de 2019, começaram a vigor a Resolução PR nº 239 de 04 de junho de 2019 (INPI, 2019^a) e a Instrução Normativa nº 01 de 14 de junho de 2019 (INPI, 2019^b), que uniformizaram e simplificaram todo o procedimento para todas as modalidades de trâmite prioritário, além de revogar as normativas anteriores.

Antes desse projeto-piloto de uniformização da Resolução PR nº 239/2019 (INPI, 2019^a), dentre todas as modalidades de trâmite prioritário no INPI somente à Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e à Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a) eram aplicados os requisitos da NO nº 01/07 (INPI, 2007), motivo pelo qual foram escolhidas para objeto de estudo deste artigo.

O artigo é dividido em três partes. Na primeira são apresentadas as modalidades de trâmite prioritário disciplinadas na Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e na Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a) e os requisitos formais exigidos para a aptidão dos processos de patente. Na segunda, propõe-se analisar o impacto do atraso processual que as exigências

dispostas na NO nº 01/07 (INPI, 2007) geram na avaliação do trâmite prioritário das modalidades estudadas. E, na terceira, tendo em vista que as normativas foram alteradas em 01 de julho de 2019, busca-se, também, estabelecer uma análise prospectiva de seus primeiros efeitos e de sua contribuição para a solução dos principais gargalos apontados na presente pesquisa.

2. Metodologia

Na primeira parte, é realizada uma pesquisa documental (GIL, 2002) da Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e da Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a), a fim de sistematizar as modalidades de trâmite prioritário oferecidas pelo INPI e os requisitos exigidos pela NO nº 01/07 (INPI, 2007).

Na segunda parte, para analisar o impacto dos requisitos da NO nº 01/07 (INPI, 2007) na avaliação do trâmite prioritário, o método será realizado em cinco etapas. Foi estabelecido o início da pesquisa no ano de 1997 por ser a data de depósito mais antiga para qual foi requerido o trâmite prioritário, e o término da pesquisa no ano de 2018.

Na primeira etapa, é identificado no Protocolo Automatizado Geral (PAG) do INPI os processos de patente com protocolização da Guia de Recolhimento da União (GRU) sob código de serviço 263 referente ao serviço de “Exame Prioritário” da Tabela de retribuições do INPI (INPI, 2018^c) no período de 2007² a 2018.

Na segunda etapa, dentre os processos identificados são estabelecidos 4 marcos temporais, a saber: (i) data do depósito do processo de patente por meio da protocolização da GRU sob código de serviço 200 ; (ii) data do requerimento do trâmite prioritário por meio da protocolização da GRU sob código de serviço 263; (iii) data da “Notificação de requerimento de exame prioritário de pedido de patente” por meio da publicação do código de despacho 15.24 da Tabela de códigos de despacho (INPI, 2019^c) na Revista da Propriedade Industrial (RPI); e (iv) data da decisão do trâmite prioritário, podendo ser “Concedido o exame prioritário de pedido de patente” por meio da publicação do código de despacho 15.24.2 na RPI ou “Negado o exame prioritário de pedido de patente” por meio da publicação do código de despacho 15.24.3 na RPI.

Posteriormente, é utilizado o aplicativo DBVisualizer para acessar a base de dados Oracle, a fim de realizar o cruzamento dos dados do PAG com os despachos do Sistema Integrado da Propriedade Industrial (SINPI) do INPI. Esta etapa objetiva relacionar os processos de patente

Na quarta etapa, é verificado nos processos de patente depositados de 1997 a 2018 se na data do requerimento do trâmite prioritário por meio da protocolização da GRU 263, o processo de patente estava apto³ para ser avaliado. São utilizados apenas os processos de patente que tiveram a publicação do despacho 15.24 referente à “Notificação de requerimento de exame prioritário de pedido de patente”.

Na última etapa, é identificado o número de processos de patente depositados de 01/01/2017 a 31/12/2018, a fim de verificar no período de 24 meses o número de requerimentos de trâmite prioritário pendentes de avaliação. O quantitativo é dividido por

² Início dos requerimentos de trâmite prioritário em função da NO nº 01/07.

com protocolização da GRU sob código de serviço 263 com os códigos de despacho acima descritos.

³ Processo de patente depositado há, pelo menos, 24 meses no INPI.

modalidades de trâmite prioritário.

Na terceira parte, para a análise prospectiva de como a mudança normativa ocorrida em 01 de julho de 2019 poderá contribuir para a solução dos principais gargalos apontados na fase anterior da pesquisa, foi feita uma pesquisa documental comparando os escopos das normativas Resolução PR nº 239/2019 (INPI, 2019^a) e NO nº 01/07 (INPI, 2007).

3. Resultados

Quadro 1. Modalidades de trâmite prioritário e requisitos para aptidão do processo de patente

RESOLUÇÕES	MODALIDADES	DESCRIÇÃO	NORMA OPERACIONAL DIRPA nº 01/07 (art. 2º)
Resolução PR nº 151/2015 (art. 2º)	Idoso	Depositante idoso	1) Pedido publicado há, pelo menos, 60 dias;
	Portador de deficiência	Depositante portador de deficiência	
	Portador de doença grave	Depositante portador de doença grave	
	Recurso de fomento	Depositante que pleiteia recurso de fomento caso a patente seja concedida	2) Exame técnico requerido;
	Contrafação	Depositante cujo objeto do processo de patente está sendo contrafeito	3) Anuidades regularizadas; e
	Terceiro acusado	Terceiro interessado que está sendo acusado de contrafação	
Terceiro titular	Terceiro interessado detentor de patente concedida que está sendo acusado de contrafação		
Resolução PR nº 217/2018 (art. 1º)	Produto para saúde	Processo de patente que se refere a produtos e processos farmacêuticos para tratamento de câncer, AIDS, doenças raras e doenças negligenciadas	4) Pedido depositado há, pelo menos, 24 meses ⁴ .

Fonte: Elaboração própria.

⁴ Nesse estudo, o requisito de 24 meses, disciplinado na NO nº 01/07, é considerado o maior impeditivo para a avaliação dos requerimentos de trâmite prioritário.

Quadro 2. Tempo médio para a avaliação de processos de patente aptos e inaptos: relação entre a data do depósito do processo de patente e as datas do requerimento, início da avaliação e decisão do trâmite prioritário (1997 - 2018)

Momento do requerimento do trâmite prioritário	Número de requerimentos de trâmite prioritário	Data do requerimento (1)	Data da notificação (2)	Tempo entre requerimento e notificação⁽³⁾	Data da decisão⁽⁴⁾	Tempo entre notificação e decisão⁽⁵⁾
INAPTO⁽⁶⁾ Antes de 24 meses	745	408 dias	855 dias	397 dias	926 dias	71
APTO⁽⁷⁾ Após 24 meses	3161	1860 dias	1995 dias	135 dias	2052 dias	57
Total	3906					

Fonte: Elaboração própria. Dados de 17/04/2019.

- (1) Data do requerimento do trâmite prioritário (GRU 263)
 (2) Data da notificação do requerimento do trâmite prioritário (despacho 15.24)
 (3) Tempo entre o requerimento do trâmite prioritário e a notificação do requerimento do trâmite prioritário
 (4) Data da decisão do trâmite prioritário (despacho 15.24.2 ou 15.24.3)
 (5) Tempo entre a notificação do trâmite prioritário e a decisão do trâmite prioritário
 (6) Requerimento de trâmite prioritário antes de 24 meses da data do depósito do processo de patente
 (7) Requerimento de trâmite prioritário após 24 meses da data do depósito do processo de patente

Quadro 3. Número de pedidos de patente pendentes de avaliação (2017 – 2018)

MODALIDADES	mero de processos de patente	Processos de patente avaliados (em 2019)⁵	Processos de patente pendentes de avaliação
Idoso	187	4	183
Portador de deficiência	5	0	5
Portador de doença grave	1	0	1
Recurso de fomento	0	0	0
Contrafação	19	2	17
Terceiro acusado	3	0	3
Terceiro titular	1	1	0
Produto para saúde	6	1	5
TOTAL	222	8	214

Fonte: Elaboração própria. Dados de 12/04/2019.

⁵ Requerimentos de priorização avaliados após os processos de patente atenderem aos requisitos da NO nº 01/07.

Quadro 4. Comparativo dos requisitos formais exigidos para o trâmite prioritário

REQUISITOS	NORMA OPERACIONAL DIRPA nº 01/07 (art. 2º)	ESOLUÇÃO PR nº 239/19 (art. 17)
Pedido depositado há, pelo menos, 24 meses	SIM	NÃO
Pedido publicado há, pelo menos, 60 dias	SIM	NÃO
Anuidade regularizada	SIM	NÃO
Exame técnico pago	SIM	SIM
Sem requerimento de modificação ou divisão voluntária durante o trâmite prioritário	NÃO	SIM

Fonte: Elaboração própria.

4. Discussão

No quadro 1 são apresentadas as modalidades de trâmite prioritário, sendo 7 referentes à Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e 1 (uma) referente à Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a). A sistematização é relevante à medida que possibilita identificar de forma clara os nichos de depositantes ou processos de patente que estão vinculados à NO nº 01/07 (INPI, 2007) e, conseqüentemente, com processamento do trâmite prioritário dificultado.

Os resultados demonstrados no quadro 2 indicam que quando a petição de requerimento do trâmite prioritário é protocolizada em um processo de patente inapto, ou seja, antes do processo de patente anteder aos requisitos da NO nº 01/07 (INPI, 2007), principalmente, o tempo de 24 meses contados a partir da data de depósito, a petição de requerimento permanece em uma fila de espera três vezes maior (397 dias) do que quando o processo de patente está apto (135 dias).

Isso mostra que se não existisse esse requisito de 24 meses, o INPI poderia notificar o requerimento do trâmite prioritário em, aproximadamente, 4 meses (135 dias) e decidir em cerca de 2 meses (57 dias), totalizando 6 meses o prazo para a decisão do trâmite prioritário, considerando os processos que já tiveram requerimento de trâmite prioritário.

Contudo, na prática, em virtude da referida normativa, processos de patente recém-depositados ou que não atenderam a qualquer dos requisitos permanecem com a petição de requerimento pendente de avaliação.

Um dado importante é que o tempo de avaliação dos requerimentos de trâmite prioritário dos processos de patente aptos é muito alto, sendo, aproximadamente, 5 anos e 5 meses (1995 dias) para notificar o requerimento de trâmite prioritário e cerca de 5 anos e 7 meses (2052 dias) para decidir.

Quanto a essa questão, verifica-se que a maioria dos requerimentos é realizada através de procuradores que conhecem a normativa e os mecanismos do procedimento do trâmite prioritário, portanto somente protocolizam a petição de requerimento de trâmite prioritário após o decurso de 24 meses da data de depósito e depois de atendidos os demais requisitos. Além disso, outro aspecto interessante para considerar é que muitas vezes o trâmite prioritário é utilizado em função da morosidade do sistema de patentes no INPI, em vez de ser utilizado

por interesse precípua de ser prioritário.

No quadro 3 são apresentados dados que mostram o impacto dos requisitos da NO nº 01/07 (INPI, 2007) obstaculizando o procedimento do trâmite prioritário. O resultado é mostrado por modalidade e são considerados os processos depositados em 24 meses, no período de 01/01/2017 a 31/12/2018.

No resultado é observado que dentre os 214 processos de patente pendentes de avaliação, 183 foram depositados por idosos e 17 são objeto de contrafação. Esses números são elevados considerando a importância que o trâmite prioritário possui no processamento e agilização do exame de mérito dos processos de patente.

O levantamento realizado no quadro 4 compara os requisitos formais exigidos pela NO nº 01/07 (INPI, 2007) e pela Resolução PR nº 239/2019 (INPI, 2019^a). Verifica-se que os principais gargalos apontados na pesquisa foram superados, em especial a espera de 24 meses da data de depósito, permitindo que a tramitação dos processos com requerimento de trâmite prioritário possa ser mais célere.

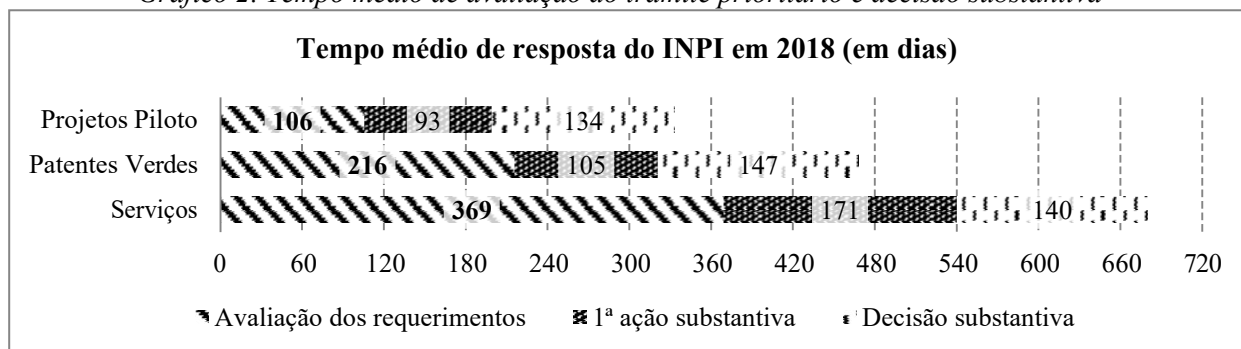
5. Análises

Com base nos resultados, constata-se que o trâmite prioritário das modalidades previstas na Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e na Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a) carecia de um procedimento eficaz que permitisse uma avaliação célere dos requerimentos.

No entanto, cumpre esclarecer que no INPI são oferecidas outras modalidades de trâmite prioritário que não seguem o mesmo rito processual por consistirem em projetos-piloto, ou seja, modalidades experimentais.

No gráfico 2, é demonstrado o tempo médio de avaliação dos requerimentos de trâmite prioritário e, conseqüentemente, decisão substantiva dos processos de patente. O campo “Serviços” refere-se às modalidades expostas no quadro 1, ainda na vigência da NO nº 01/07 (INPI, 2007).

Gráfico 2. Tempo médio de avaliação do trâmite prioritário e decisão substantiva



Fonte: Modificado a partir de tabela disponível em <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame-prioritario>

Verifica-se que o tempo médio de avaliação do trâmite prioritário e concessão da patente foi menor nos Projetos-Piloto e em Patentes Verdes, porque essas modalidades não precisavam preencher os mesmos requisitos disciplinados pela revogada NO nº 01/07 (INPI, 2007).

O Patentes MPE, por exemplo, era um dos projetos-piloto do INPI, que foi iniciado com a publicação da Resolução PR nº 160 de 17 de fevereiro de 2016 (INPI, 2016) e se estendeu até a fase IV com a publicação da Resolução PR nº 236 de 28 de fevereiro de 2019 (INPI, 2019^d). A partir de 01 de julho de 2019, essa modalidade tornou-se serviço e foi incorporada à Resolução PR nº 239/2019 (INPI, 2019^a).

Antes da nova resolução, para requerer o trâmite prioritário por essa modalidade, o processo de patente do depositante Microempreendedor Individual, Microempresa ou Empresa de pequeno Porte não precisava ter sido depositado há, pelo menos, 24 meses, nem aguardar o prazo de 60 dias após a publicação. Por essa razão, o processamento era mais rápido nesta modalidade. Atualmente, como foi padronizado, não se exigem mais esses requisitos para quaisquer modalidades de priorização, conforme o quadro 4.

De acordo com o quadro 5, o tempo de avaliação do requerimento de trâmite prioritário do projeto-piloto Patentes MPE era inferior ao melhor resultado obtido no quadro 2 referente às modalidades vinculadas à NO nº 01/07 (INPI, 2007), pois foi apresentado na fase III um tempo médio de 99 dias para avaliar 104 requerimentos de trâmite prioritário e na fase IV, que durou 4 meses até a revogação da Resolução PR nº 236/2019 (INPI, 2019^d), um tempo médio de 67 dias para avaliar 23 requerimentos.

Quadro 5. Tempo médio de avaliação dos requerimentos de trâmite prioritário do Projeto-piloto Patentes MPE Fases III e IV

PATENTES MPE	Fase III		Fase IV	
	Pedidos	em dias	Pedidos	em dias
Total de requerimentos	107	-	38	-
Requerimentos avaliados	104	99	23	67
Pedidos com 1º exame técnico efetuado	25	172	7	92
Pedidos decididos	17	304	2	98

Fonte: Modificado a partir de Resultados parciais (15/08/2019), disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame-prioritario-me-epp>

A comparação dos ritos processuais de trâmite prioritário entre os serviços prestados pelo INPI e os projetos-piloto evidencia que as modalidades vinculadas à Resolução PR nº 151/2015 (INPI, 2015) e à Resolução PR nº 217/2018 (INPI, 2018^a) possuíam um atraso considerável em todo o processamento, desde a avaliação do requerimento do trâmite prioritário até o exame técnico do processo de patente.

Com a inovação normativa introduzida em 01 de julho de 2019, que uniformizou todo o fluxo processual e eliminou os requisitos que obstaculizavam a fluidez do processamento, estima-se que todos os requerimentos pendentes de avaliação tenham a decisão do trâmite prioritário aceito ou negado em até 90 dias, considerando que a Resolução PR nº 239/2019 (INPI, 2019^a) permite que o INPI faça uma única exigência que deve ser cumprida pelo interessado em até 60 dias, a fim de tornar o processo e/ou requerimento apto para a avaliação do trâmite prioritário.

Portanto, era indiscutível que os requisitos formais que colocavam o requerimento de trâmite prioritário em uma fila de espera configuravam um obstáculo para a eficácia da priorização dos processos de patente. É igualmente notório que o INPI possuía mecanismos para tornar a priorização mais rápida, uma vez que os projetos prioritários experimentais tinham rito mais célere. Também é prudente afirmar que a uniformização desses ritos

processuais de trâmite prioritário foi benéfica tanto para os requerentes quanto para a otimização do procedimento interno de avaliação dos requerimentos de trâmite prioritário.

6. Conclusões

A sistematização das modalidades de trâmite prioritário é fundamental para que os requerentes compreendam os mecanismos de agilização dos processos de patente e definam suas tomadas de decisão. Da mesma forma, é interessante a elaboração de um manual técnico sobre o trâmite prioritário que permita a compreensão dos requisitos e do procedimento de avaliação, bem como a otimização do processamento no âmbito interno do INPI.

A uniformização do trâmite prioritário de todas as modalidades existentes é um caminho interessante porque não gera dúvida para o interessado de como realizar o requerimento de priorização bem como facilita a tramitação interna, uma vez que o procedimento adotado é único. Por essa razão, considerando o procedimento anterior dos projetos-piloto e a vigente Resolução PR nº 239/2019 (INPI, 2019^a), é salutar que o INPI permaneça adotando medidas que visem ao aprimoramento do fluxo processual do trâmite prioritário bem como dos demais procedimentos, a fim de que a tramitação dos processos de patente torne-se mais fluida, célere e eficaz, atendendo tanto ao interesse público quanto ao interesse privado.

7. Referências

- BRASIL (1996). *Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996*. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial.
- Brasília, DF. Recuperado em 06 de abril, 2019, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo, Brasil: Atlas, 4^a ed, p.46.
- INPI, 2007. *Norma Operacional DIRPA nº 01/07, de 21 de fevereiro de 2007*. Estabelece procedimentos administrativos relativos ao exame prioritário de pedidos de patente no âmbito da DIRPA. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 06 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame-prioritario>
- INPI (2018^b). Relatório de Atividades. p.21. Recuperado em 05 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/sobre/arquivos/relatorio-de-atividades-inpi-2018.pdf>
- INPI (2006). *Resolução PR nº 132 de 17 de novembro de 2006*. Disciplina o exame prioritário de pedidos de patente no âmbito do INPI. Rio de Janeiro, RJ. Publicada na Revista da propriedade Industrial nº 1877, de 26 de dezembro de 2006.
- INPI (2013). *Resolução PR nº 80 de 19 de março de 2013*. Disciplina a priorização do exame de pedidos de patente de produtos e processos farmacêuticos, bem como equipamentos e materiais relacionados à saúde pública. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 06 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/links-destaques/sobre/legislacao-1>
- INPI (2015). *Resolução PR nº 151 de 23 de outubro de 2015*. Disciplina o exame prioritário de pedidos de patente em razão da idade, uso indevido do invento, doença grave e pedido de recursos de fomento no âmbito do INPI. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 06 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame-prioritario>
- INPI (2016). *Resolução PR nº 160 de 17 de fevereiro de 2016*. Projeto Piloto de Priorização do Exame de Pedido de Patente cujo pedido é depositado por microempresa ou empresa de pequeno porte. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 17 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/links-destaques/sobre/legislacao-1>
- INPI (2018^a). *Resolução PR nº 217 de 03 de maio de 2018* (2018). Altera a Resolução nº 80, de 19 de março de 2013, que disciplina a priorização do exame de pedidos de patente e patentes de produtos e processos farmacêuticos, bem como equipamentos e materiais relacionados à saúde pública. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 06 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame-prioritario>

servicos/patente/exame-prioritario

- INPI, (2019^a). *Resolução PR n° 239 de 04 de junho de 2019* (2019). Disciplina o trâmite prioritário de processos de patentes no âmbito da DIRPA. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 10 de julho, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/links-destaques/sobre/legislacao-1>
- INPI, (2019^b). *Instrução Normativa DIRPA n° 01 de 14 de junho de 2019* (2019). Estabelece os procedimentos administrativos relativos à avaliação dos requerimentos de trâmite prioritário de processos de patentes no âmbito da DIRPA. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 10 de julho, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame-prioritario>
- INPI, (2019^d). *Resolução PR n° 236 de 28 de fevereiro de 2019* (2019). Institui o Projeto-piloto Patentes MPE IV. Rio de Janeiro, RJ. Recuperado em 17 de abril, 2019, de <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/exame->. INPI, (2019^e). *Tabela de códigos de despachos – Patentes. Pedido internacional PCT/BR designado ou eleito*. Recuperado em 03 de abril, 2019, de <http://revistas.inpi.gov.br/rpi/#>
- INPI, (2018^e). *Tabela de retribuições dos serviços prestados pelo INPI*. Recuperado em 03 de abril, 2019, de http://www.inpi.gov.br/arquivos/tabela_servicos_inpi_nov_2018.pdf
- Jannuzzi, A.H.L., & Vasconcellos, A.G. (2017). Quanto custa o atraso na concessão de patentes de medicamentos para a saúde no Brasil?. *Caderno Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 8, e00206516. Recuperado em 09 de abril, 2019, de <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00206516>
- Vasconcellos, A.G., & Silva, K. (2017). Mapeamento da extensão da vigência das patentes de medicamentos essenciais para HIV/AIDS no Brasil: implicações para a entrada de genéricos no mercado e nos custos para aquisição. *In: XVII Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica (ALTEC)*, Cidade do México, México. Recuperado em 10 de abril, 2019, de http://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_467.pdf

La percepción del impacto de la gestión tecnológica en el sistema ERP-SAP en la EPMAPS de Quito, para el año 2018.

Antonio Franco-Crespo

Escuela Politécnica Nacional, Grupo de Investigación en Sistemas de Información, Gestión de la Tecnología e Innovación (SIGTI), Ecuador
antonio.franco@epn.edu.ec

Fabián Albán

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias Administrativas, Ecuador
faby_alban@hotmail.com

Valentina Ramos

Escuela Politécnica Nacional, Grupo de Investigación en Sistemas de Información, Gestión de la Tecnología e Innovación (SIGTI), Ecuador
valentina.ramos@epn.edu.ec

Resumen

La incorporación de una nueva tecnología que facilite los procesos institucionales debe conllevar una adecuada gestión del cambio, debido a que su implementación generará incertidumbres que pueden convertirla en un factor negativo en caso de no ser debidamente gestionada. La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) de Quito, Ecuador, implementó en años anteriores el Sistema ERP-SAP. Sin embargo, la inversión en el sistema ERP-SAP requiere ser evaluada, para valorar su verdadero aporte a la organización. En este contexto, la presente investigación procuró evaluar la percepción del impacto del sistema informático ERP-SAP en dicha empresa pública. Para ello, se efectuó una investigación de naturaleza cuantitativa, del tipo descriptiva, con un diseño investigativo transversal no ponderado, la cual sirvió para evaluar la contribución del Sistema ERP-SAP a la organización, como una herramienta de estrategia corporativa y una fuente generadora de ventaja competitiva. En el estudio se analizaron las percepciones sobre los procesos de implementación del sistema, a través de la aplicación de una encuesta dirigida a 111 usuarios activos y verificados del Sistema ERP-SAP de la EPMAPS. Se aplicaron un total de 23 preguntas, establecidas bajo una escala de Likert de cinco puntos, las cuales, tras un proceso de validación y complementariedad con preguntas sociodemográficas, sirvieron para identificar los criterios de los usuarios internos. La investigación encontró que a pesar de las dudas por parte de los directivos de la empresa sobre la aceptación del Sistema ERP-SAP, la mayoría de los clientes internos lo valoran positivamente, destacando la importancia de la información que genera el sistema para sus labores, así como el apoyo tecnológico que brinda el sistema para la modernización de los procesos organizacionales.

Palabras clave

gestión tecnológica; percepción; impacto; EPMAPS; ERP

1. Introducción

Los cambios producidos en nuestra sociedad, debido al desarrollo científico y tecnológico, han provocado que los sectores públicos y privados, se encuentren en un contexto dinámico e incierto, lo que les obliga a adaptarse para mantener elevados niveles de competitividad. Este nuevo escenario ha dificultado la supervivencia de las empresas, forzándolas a caer en incesantes procesos de adaptación y de mejora continua con el fin de lograr una próspera gestión de sus procesos internos, con vistas a garantizar su existencia tanto en el mediano como en el largo plazo.

Esto ha puesto en evidencia la importancia de la tecnología y de la innovación en las organizaciones, debido principalmente a su significativo rol de componente estratégico para la generación de ventajas competitivas (Ortiz & Pedroza, 2006). Adicionalmente, la tecnología y la innovación requiere de una adecuada alineación con la estrategia empresarial para que sean una fuente de respuestas frente a los rápidos cambios del entorno y del mercado en particular (Gutiérrez, Gutiérrez, & Asprilla, 2013).

Las empresas han orientado su accionar hacia la competitividad, la eficiencia operativa, la flexibilidad, la confiabilidad y la calidad (Gupta & Kohli, 2006), obligadas por los nuevos retos que el mercado plantea. Un adecuado posicionamiento frente a sus clientes y un desarrollo de mayores ventajas competitivas requiere que las organizaciones alcancen un mejoramiento sustancial de sus capacidades (Gómez, 2008), desafío permanente, que puede ser enfrentado con una adecuada adquisición e implementación de la tecnología (Ochoa, Valdés, & Quevedo, 2009). En consecuencia, es una necesidad organizacional una adecuada gestión de las capacidades tecnológicas (Perozo & Nava, 2007) y el desarrollo de su potencial tecnológico (Petrillo, Doumecq, & Petrillo, 2013) como parte de la gestión tecnológica (GT) organizacional, hacia la consecución de los objetivos mencionados anteriormente.

La gestión tecnológica es un concepto amplio, sin delimitaciones estrictamente definidas, que se desarrolla en los campos de la sociología, la historia, la economía y la administración, entre otras disciplinas (Ortiz & Pedroza, 2006). Debido a lo anterior, sus componentes son descritos de diversas maneras, según el autor proponente. Odremán (2014) plantea que las fases o etapas necesarias para el buen aprovechamiento y desarrollo de su gestión tecnológica son: inventariar, vigilar, evaluar, enriquecer, asimilar y proteger. Con esto concuerdan Petrillo, Doumecq y Petrillo (2013), quienes exponen fases similares, pero contenidas dentro de unos conceptos a los que llaman funciones de la gestión tecnológica, las mismas que incluyen el patrimonio tecnológico, el potencial de las tecnologías disponibles, la información de oportunidades y amenazas del entorno, así como, la planificación de I+D+i, la adquisición de nuevas tecnologías, la existencia de políticas de propiedad industrial, y una función adicional, de optimización.

Estas fases o funciones son contenedores amplios que permiten comprender los ámbitos que deben ser considerados al ligar la tecnología a las empresas en la búsqueda de generación de valor.

En este contexto, la existencia de nuevos y mejorados sistemas informáticos en el campo empresarial han posibilitado la integración de la información de las distintas funciones de la empresa (Baum, 2014), destacando entre las alternativas existentes, los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales, que, debido a sus siglas en inglés, son usualmente conocidos como ERP (*Enterprise Resource Planning*) (Martini, 2011).

Las empresas contemporáneas se hallan inmersas en escenarios complejos, debido a la gran cantidad de tipos y fuentes de información que generan las principales áreas funcionales

de una empresa (Shang & Seddon, 2000), por lo que las empresas han encontrado en los ERPs una herramienta que permite el manejo de esta compleja red de información y así tomar decisiones adecuadas (Uwizeyemungu & Louis, 2010).

Los motivos por los cuales las empresas utilizan sistemas ERPs son varios, no obstante de lo cual, pueden sintetizarse en dos categorías. Por un lado, la búsqueda de una reducción de los costos ligados al mantenimiento e integración funcional de los sistemas utilizados por la empresa; y por otro, el de incrementar la productividad, la eficiencia de los procesos y el incremento en la calidad de los productos y servicios (Mora, 2011).

Adicionalmente, Singla (2008) reconoce la existencia de beneficios intangibles en el uso de los ERPs, relacionados a la mejora de los procesos de negocio, integración y fortalecimiento de la cultura organizacional, flexibilidad en la toma de decisiones o visibilidad de la información (Singla, 2008).

La gestión de la tecnología en las empresas, en cualquiera de sus fases o funciones, no puede estar completa si no se ha cerrado el ciclo con procesos de evaluación. Así lo han entendido las organizaciones públicas y privadas, por lo que se puede identificar un interés creciente por implementar estudios de impacto (Billorou, Pacheco, & Vargas, 2011).

Existen múltiples maneras de medir el impacto de un proyecto, una de ellas, el que interpreta la percepción de los actores. La medición de la percepción de impacto ha tenido un creciente interés en el campo académico, debido a la importancia que tiene de permitir obtener una aproximación de la realidad que lo que cada individuo aprecia, haciendo posible el reconocimiento, interpretación y significación de su apreciación (Melgarejo, 2014).

Bajo este marco conceptual, esta investigación se centra en el sistema ERP implementado en la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) de Quito con el fin de conocer si la mencionada herramienta ha apoyado positivamente la administración de la información, tanto a nivel operativo como estratégico (EPMAPS, 2013).

El Sistema ERP-SAP® 6.0, es una solución tecnológica, que la EPMAPS adquirió a la medida de sus requerimientos (EPMAPS, 2013), para eliminar la gran diversidad de paquetes informáticos que la empresa tenía y las subsecuentes inconsistencias que se presentaban (EPMAPS, 2013).

No obstante, del beneficio descrito anteriormente, la introducción de una nueva tecnología en una organización conlleva incertidumbre, resistencia y percepciones de utilidad diferente, por lo que su gestión debe considerar estos factores de la conducta humana en procesos de cambio. Por esta razón el objetivo de esta investigación fue el de evaluar la percepción del impacto de la implementación del Sistema ERP-SAP® 6.0 en la EPMAPS de Quito, Ecuador.

2. Metodología

La metodología implementada para el desarrollo de este estudio abarcó en primera instancia una investigación del tipo bibliográfica, la cual se encargó de recabar información secundaria acerca de la gestión tecnológica, los Sistemas ERPs, y la medición de impacto, con la finalidad de contextualizar la investigación.

La naturaleza de la investigación fue del tipo cuantitativa, debido a que los datos recolectados fueron obtenidos mediante el uso encuestas, para luego ser analizados cuantitativamente. Dichos instrumentos fueron destinados a los usuarios activos y validados del

Sistema ERP-SAP manejado en la EPMAPS, con la finalidad de medir la percepción del impacto de la GT, captada de dicho sistema, por medio del uso de técnicas estadísticas.

El alcance de la investigación es del tipo descriptivo, pues se trató de conocer la situación actual de la percepción del impacto de la gestión tecnológica relacionada con el sistema ERP, ya que este tipo de investigaciones permiten caracterizar con detalle al objeto de estudio. De esta forma, el alcance descriptivo de la investigación permitió identificar tanto la percepción, como las características del universo investigado, ayudando a cumplir el objetivo general planteado; mediante la aplicación de: una técnica específica de recolección de información, procesos de tabulación y análisis estadístico.

Para el desarrollo del cuestionario se consideraron los aportes brindados desde el marco conceptual principalmente por Acosta, Ospino y Valencia (2017), Oliva, Ortigoza y Méndez (2012) y de Algaba, Navarro y Lechuga (2017), considerando las particularidades de la empresa en estudio.

El cuestionario diseñado incluyó 23 preguntas cerradas, bajo una única escala de medición, de Likert de cinco puntos (muy en desacuerdo, en desacuerdo, no estoy seguro, de acuerdo y muy de acuerdo).

El número de usuarios en la empresa del sistema ERP, a la fecha de la investigación, fue de aproximadamente 200 empleados, por lo que mediante un sistema de muestreo aleatorio simple se recolectaron 111 encuestas llenas válidas, las cuáles estuvieron divididas entre 28 encuestados de la Gerencia de la Administración y Logística, tres de la Gerencia de Ambiente y Seguridad, seis de la Gerencia Comercial, 10 de la Gerencia Financiera, una de la Gerencia General, 41 de la Gerencia de Operaciones, ocho de la gerencia de Talento Humano, 10 de la Gerencia Técnica de Infraestructura y cuatro de la Gerencia de Tecnología de Información. De los 111 encuestados, 17 poseían Educación Secundaria, 76 de Tercer nivel y 22 de Maestría.

Antes del levantamiento de información, la encuesta fue enviada a los correos institucionales de los 200 usuarios del sistema, recibándose 111 encuestas válidas. El procesamiento de la información se lo realizó mediante el programa estadístico SPSS.

3. Resultados y discusión

Los resultados más destacados, obtenidos una vez tabuladas las encuestas realizadas, se presentan a continuación.

Los ítems valorados con mayor grado de aceptación se refieren a lo numerales 1 y 9, donde se evidencia que el 82,9% de encuestados afirman que la EPMAPS requería de un proceso de modernización en sus sistemas informáticos administrativos-financieros. Mientras que el 90,1% está de acuerdo que la información que gestiona el sistema ERP-SAP es de mucha importancia para el trabajo diario de sus usuarios, y

Por otro lado, la investigación buscó conocer las reacciones de los usuarios en distintas fases de la gestión de la implementación de esta nueva tecnología, Sistema ERP, en la empresa. Al preguntarles si, ¿fue positiva su reacción, al familiarizarse por primera vez con el Sistema ERP- SAP?, los usuarios respondieron estar muy de acuerdo en un 20% de los casos, de acuerdo en un 50%, quedando en un 30%, aquellos cuya reacción no fue necesariamente positiva.

En la tabla 1 se presenta esta información, la cual evidencia la necesidad de considerar una gestión adecuada del cambio en un proceso de adquisición tecnológica para una empresa, entendiendo que como en este caso, pueden existir un porcentaje relativamente alto, 30% de

usuarios, que inician su acercamiento a la nueva tecnología con desconfianza y hasta en desacuerdo.

Tabla 1. Reacción positiva al familiarizarse con el Sistema ERO-SAP

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	22	19,8
De acuerdo	56	50,5
No estoy seguro	9	8,1
En desacuerdo	17	15,3
Muy en desacuerdo	7	6,3
Total	111	100

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, un 54% de los usuarios consultados reconoce que recibió capacitación y un acompañamiento continuo por parte de los técnicos en el uso del Sistema ERP. Sin embargo, un 28,2% de los encuestados asegura estar en desacuerdo con esta afirmación, lo que sin duda representa un riesgo para el éxito de su utilización, y de inclusive la validez de la información generada.

Los empleados encuestados afirman que el Sistema ERP-SAP se ha vuelto indispensable para realizar sus labores diarias en un 50,1%, valor que representa la importancia de esta herramienta informática en las labores empresariales de esta organización. En la tabla 2 se muestran todos los resultados obtenidos para esta pregunta.

Tabla 2. Respuesta de los encuestados a la pregunta: ¿Sin el apoyo del Sistema ERP-SAP no podría realizar sus labores diarias?

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	17	15,3
De acuerdo	39	35,1
No estoy seguro	21	18,9
En desacuerdo	28	25,2
Muy en desacuerdo	6	5,4
Total	111	100

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el análisis de los resultados de la investigación arrojó que el nivel de

satisfacción con el Sistema ERP-SAP, es diverso, alcanzando un 9,9% la categoría de muy satisfecho y un 50,5% de satisfecho, en contraste con el 11,7% en desacuerdo, y del 6,3% muy en desacuerdo. Esta información evidencia que la gestión de una nueva adquisición tecnológica no termina con su implementación, sino que va más allá, ya que debe considerar procesos posteriores para garantizar que cumpla su objetivo, y que evidencia la satisfacción de sus usuarios, requisito indispensable para su uso adecuado.

En la tabla 3 se muestra un resultado interesante relacionado con el anterior. Al hacer la correlación entre la satisfacción de los usuarios con la edad de estos, se encontró que aquellos que tienen más de 50 años se encuentran más satisfechos y con menos rechazo que aquellos con edades entre 21 y 30 años.

Tabla 3. Correlación entre nivel de satisfacción y edad de los usuarios

Respuestas	Edad				Total
	Entre 21 y 30 años	Entre 31 y 40 años	Entre 41 y 50 años	Más de 50 años	
Muy de acuerdo	0	3	3	5	1
De acuerdo	6	19	14	17	6
No estoy seguro	3	6	6	9	4
En desacuerdo	1	4	5	3	3
Muy en desacuerdo	2	2	3	0	
Total	12	34	31	34	11

Fuente: Elaboración propia.

Esta información evidencia que los paradigmas entre la edad y el uso de la tecnología que afirman que son los jóvenes quienes las aceptan de una manera más natural, puede ser parcialmente cierta, porque existen otros factores determinantes en esta relación.

4. Conclusiones

La gestión tecnológica empresarial es un proceso que contempla varias etapas, desde la identificación de la necesidad hasta la evaluación de su uso e impacto. En la investigación presentada se evidencia la necesidad de realizar una gestión del cambio adecuada en todas las fases de la adquisición tecnológica, para garantizar su utilización eficiente.

Se demuestra con los resultados presentados que la percepción de los usuarios cambia dependiendo de la fase evaluada, que no es lo mismo la percepción inicial, la de implementación y la de uso, y que en todas ellas se pueda identificar porcentaje de usuarios no satisfechos con los procesos desarrollados, lo que conlleva a hacer un énfasis nuevamente en la importancia de la gestión tecnológica.

Una capacitación adecuada facilita los procesos de implementación y uso de nuevos

procesos tecnológicos, y en particular de un Sistema ERP. No obstante, ser persistente en estos, permitirá alcanzar el objetivo y el uso adecuado de la inversión, reduciendo los focos de resistencia.

Son múltiples los factores relacionados con la aceptación y uso adecuado de la tecnología. Sin embargo, como se demuestra en esta investigación no siempre los usuarios de mayor edad son quienes perciben con mayor resistencia las nuevas tecnologías al existir muchos factores complementarios.

5. Referencias

- Acosta, R., Ospino, Ó., & Valencia, V. (2017). Diseño de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) para una Microempresa. *INGE CUC*, 84-100.
- Algaba, P., Navarro, A., & Lechuga, P. (2017). *La implementación de un Sistema ERP para la Gestión de la Información*. V Congreso Virtual Internacional sobre Transformación e Innovación en las Organizaciones.
- Baum, G. (2014). *Hacia una nueva ola en la Revolución de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Billorou, N., Pacheco, M., & Vargas, F. (2011). *Guía para la evaluación de impacto de la formación*. Montevideo : Copyright, Organización Internacional del Trabajo (OIT/Cinterfor).
- EPMAPS. (2013). *SAP® y Agua de Quito llevan la excelencia al sector público*. Quito: SAP Historia de Éxito, Partner AYASA-MQA.
- Gómez, J. (2008). *Orientación al mercado, capacidades empresariales y resultados en las PYMES de nueva creación*. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona .
- Gupta, M., & Kohli, A. (2006). Enterprise resource planning systems and its implications for operations function. *Technovation*, 687-696.
- Gutiérrez, J., Gutiérrez, J., & Asprilla, E. (2013). Dimensión de la Gestión Tecnológica en las PYMES: Perspectiva Colombiana. *Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia*, 13- 24.
- Martini, F. (2011). *Procedimientos de selección de Sistemas ERP en grandes empresas*. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires.
- Melgarejo, L. (2014). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*, 47-53.
- Mora, F. (2011). *Evaluación del Impacto Organizacional de la Implementación de un ERP en la Empresa Pública Colombiana - Caso De Estudio*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .
- Ochoa, M., Valdés, M., & Quevedo, Y. (2009). *Innovación, tecnología y gestión tecnológica*. Cuba: ACIMED.
- Odremán, J. (2014). *Gestión Tecnológica: Estrategias de Innovación y Transferencia de Tecnología en la Industria*. Guayana: Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO).
- Oliva, K., Ortigoza, L., & Méndez, D. (2012). *Los Sistemas de Planificación de los Recursos Empresariales en la Gran Industria del Estado Zulia*. Caracas: Universidad Rafael Belloso Chacín.
- Ortiz, S., & Pedroza, Á. (2006). *¿Qué es la Gestión de la Innovación y la Tecnología?* Jalisco, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- Perozo, E., & Nava, Á. (2007). El impacto de la gestión tecnológica en el contexto empresarial. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 488-504.
- Petrillo, J., Doumecq, J., & Petrillo, M. (2013). Estrategias Competitivas en Sectores Intensivos en Tecnología. *Revista de la Facultad de Minas*, 1-11.
- Shang, S., & Seddon, P. (2000). *A Comprehensive Framework for Classifying the Benefits of ERP Systems*. Americas Conference on Information Systems: 1005-1014.
- Singla, A. (2008). Impact of ERP Systems on Small and Mid Sized Public Sector Enterprises. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 119-131.
- Uwizeyemungu, S., & Louis, R. (2010). Linking the Effects of ERP to Organizational Performance: Development and Initial Validation of an Evaluation Method. *Information Systems Management*, 25-41.

Dificuldades encontradas por startups de Campo Grande-Mato Grosso Do Sul na etapa de desenvolvimento de produtos e serviços: um estudo de caso na aceleradora Living Lab

Pedro Henrique De Souza Santana

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Brasil
pedrosantana123@hotmail.com

Luan Carlos Santos Silva

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Brasil
luancarlos@ufgd.edu.br

Renata Tilemann Facó

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Brasil
renatafaco@ufgd.edu.br

Resumo

Com o aumento da concorrência no mercado empresarial, surgem empresas inovadoras dispostas a oferecerem soluções para problemas ainda não resolvidos de forma prática e ágil, sendo essas denominadas startups. O interesse na pesquisa sobre o ecossistema que envolve esses empreendimentos vem aumentando gradativamente, com isso, essa pesquisa tem o objetivo de identificar os principais gargalos na etapa de desenvolvimento de produtos e serviços das startups de Campo Grande no Mato Grosso do Sul através de um estudo de caso da aceleradora Living Lab. O método de coleta de dados foi realizado a partir do modelo de PDP de Magnago (2011) tendo caráter qualitativo, afim de compreender os fenômenos que interferem no desenvolvimento de produtos e serviços de tais organizações. Foram aplicados questionários com gestores de startups sul-mato-grossenses, fazendo uso de perguntas abertas, objetivas e de escala Likert, e, posteriormente foi realizada uma entrevista com cada um dos gestores a fim de compreender as dificuldades dos mesmos no desenvolvimento de produtos e serviços oferecidos por suas organizações. Por se tratarem de empresas de base tecnológica, o principal gargalo identificado pela pesquisa foi a ausência de mão de obra qualificada, falta de conhecimento sobre o processo de desenvolvimento, seguido de financiamento para adentrar o mercado e burocracia para validar o produto ou serviço. Percebe-se que os empreendedores apresentam uma falta de conhecimento sobre os processos necessários para o desenvolvimento de produtos e serviços. Com os resultados encontrados, a pesquisa espera auxiliar os empreendedores Sul-Mato-Grossenses a superarem os gargalos identificados e assim auxiliar no desenvolvimento da economia local.

Palavras chaves

Startups; Empreendedorismo; Gargalos.

1. Introdução

O movimento do empreendedorismo vem crescendo de maneira exponencial dentro sistemas capitalistas, tendo ele significativa participação na abertura de novos mercados, inovação, geração de emprego e até melhora na qualidade de vida da população (ABSTARTUP, 2016).

O cenário em que o Brasil está imerso, onde há constantes problemas políticos, econômicos e sociais, faz com que o movimento empreendedor voltado para startups apresente um constante crescimento nos últimos anos, crescimento que acarreta em uma concorrência por espaço no mercado muito mais elevada. Desta forma é absolutamente indispensável entregar ao consumidor um produto finalizado e de qualidade (ARRUDA et al., 2012).

Este trabalho surge então com o intuito de averiguar as etapas de desenvolvimento de produtos ou serviços utilizados ou não por startups da aceleradora Living Lab em Campo Grande Mato Grosso do Sul, uma vez que os gestores possuem conhecimento de ferramentas de desenvolvimento de produtos porém muitas vezes não utilizam, e o seu devido impacto até a chegada no cliente final.

Um estudo da fundação Getúlio Vargas de 2014 aponta que 50% das startups brasileiras são descontinuadas antes ou com até 4 anos de existência, sendo explicado este fato por diversos fatores, como dificuldades de financiamento, problemas com sócios ou mal gerenciamento de custos. Desta forma o estudo das dificuldades encontradas por empreendedores no momento de desenvolverem seus produtos pode apresentar elevada importância, de tal forma que os erros possam ser minimizados e a taxa de mortalidade decresça.

Independente da multiplicidade de fatores que exercem influência sobre o desenvolvimento de um produto ou serviço, sejam esses fatores de origem externa, como a localização geográfica da empresa, ou, de origem interna, como a cultura da organização, é necessário entregar um produto de excelência, que consiga proporcionar a permanência da organização no mercado e não a deixe entrar para a estatística dos que fecharam as portas. Para tal etapa existem diversas ferramentas e teorias que podem dar base no momento do desenvolvimento e influenciar o desempenho organizacional.

O próximo tópico traz de maneira clara os objetivos do estudo seguido pela revisão bibliográfica, onde pode ser observado a diferença entre um empreendimento e uma startup, fator fundamental para a pesquisa, dado o foco da mesma ser em startups do Mato Grosso do Sul.

1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo discutir as barreiras encontradas na etapa desenvolvimento de produtos ou serviços em startups participantes da aceleradora Living Lab em Campo Grande-Mato Grosso do Sul.

1.2. Objetivos Específicos

- Identificar e analisar as dificuldades encontradas no desenvolvimento um produto ou serviço;
- Identificar e analisar a utilização ou não de ferramentas específicas do processo de desenvolvimento de produtos;
- Identificar e analisar o tempo de desenvolvimento do projeto de produto ou serviço até o protótipo final e comercialização.

2. Referencial teórico

2.1. Empreendedorismo

No ambiente econômico atual, principalmente quando se refere ao setor de inovação, ouve-se muitas terminologias cada vez mais presentes no vocabulário de pequenos, médios e grandes empresários, como “empreendedorismo” e “startups”, entretanto a utilização em massa desses termos pode acabar causando uma banalização em seus reais significados. Afinal, todo empreendimento é uma *startup*?

Para isso, é necessário caracterizar primeiro o conceito de empreendedorismo. Segundo Dornelas (2005) “empreendedor (*entrepreneur*) tem origem francesa e significa aquele que assume riscos e começa algo novo”. Já de acordo com Ronstadt (1984), o empreendedorismo é definido como uma fonte de criação de riqueza, onde tal riqueza é criada por indivíduos dispostos a assumir riscos como que se refere a patrimônio.

Schumpeter (1961) considerado o principal teórico clássico do empreendedorismo, define empreendedor como uma pessoa que é capaz de converter uma nova ideia ou invenção em uma inovação de sucesso, devendo então o empreendedor ser uma pessoa que está sempre em busca de movimentos inovadores, porém ainda segundo o autor, para que esse empreendedor possa colocar essas inovações em prática, ele necessita ter acesso a crédito, o que ele trata como de grande importância para o desenvolvimento econômico.

Schumpeter (1961) ainda desenvolveu uma teoria a qual chama de “Destruição criativa”, onde ele fomenta que uma das principais habilidades do empreendedor é a de que ele possui o poder para criar e destruir hábitos de consumo dos consumidores, isto é, para ele o empreendedor possui a capacidade de substituir antigos hábitos de consumo e criar novos, de forma que as inovações surgem e tiram do consumidor o hábito de consumo por um produto já estabelecido.

Leite (2000) traz uma abordagem onde para ele o empreendedorismo parte da criação de valor em uma aliança entre pessoas e organizações trabalhando juntas em prol de ideias criativas, uma forma de sinergia, demonstrando capacidade de transformação e demonstração de receptividade ao que se chama de risco. Neto & Sales (2004) classifica o empreendedorismo como base fundamental na criação de riquezas e crescimento econômico.

Com o avanço da conceituação do empreendedorismo, cria-se um ambiente onde há uma confusão entre administrador e empreendedor, pois um empreendedor deve ser um bom administrador, mas um administrador não necessita ser um empreendedor.

O empreendedorismo envolve o reconhecimento de uma oportunidade para criar algo totalmente novo, como desenvolver um mercado, o uso de uma nova matéria-prima ou meio de produção (BARON; SHANE, 2007). Na mesma linha de raciocínio o GEM (2006) conceitua empreendedorismo como qualquer novo negócio, sendo atividade autônoma ou uma nova empresa realizada por um grupo de pessoas ou empresas já estabelecidas.

Assim, Abigali e Maciel (2002) apontam que os ambientes mais propícios ao empreendedorismo são aqueles onde ocorrem tanto o processo de cooperativismo quanto de interatividade entre o aprendizado e a inovação, devendo então o empreendedor estar sempre em busca de inovações.

2.2. *Startups*

Na década de 1990, ocorreu um fenômeno nos Estados Unidos Da América que ficou popularmente conhecido como “bolha da internet”, onde o cenário econômico era o de supervalorização das ideias, existindo uma ampla disponibilidade de capital de risco e um progressivo aumento nos preços das ações, enxergando a possibilidade de uma elevada lucratividade em investimento, os investidores passaram a ignorar técnicas de análises financeiras e começaram a realizar aplicações em ativos voltados a internet. Dentro deste cenário começou a se popularizar uma terminologia em meio ao ambiente empresarial que se referia a um modelo de negócios conhecido como “*startup*”, entretanto somente entre 1990 e 2001 é que esse modelo começou a se difundir no Brasil (GITAHY 2011).

Segundo Gitahy (2011) ““uma *startup* é um grupo de pessoas à procura de um modelo de negócios repetível e escalável, trabalhando em condições de extrema incerteza”. Já Pozzebon (2011) classifica *startup* como qualquer empreendimento em fase inicial, assim fomentando aquela linha de pensamento que diz que qualquer empreendimento é uma *startup*, entretanto há outras definições que agradam mais os estudiosos.

As *startups* tendem a ser empreendimentos com custos iniciais consideravelmente baixos e a serem altamente escaláveis, pois possuem uma expectativa de crescimento muito grande quando dão certo. Devido ao fato delas surgirem em sua maioria para a resolução de um problema, não tendo assim muitas referências e precisando então utilizar muitas vezes as técnicas de acerto e erro, acabam se enquadrando como um investimento de alto risco para seus investidores (SEBRAE, 2016).

Com a popularização do termo “*startup*”, sua definição começou a ser muito atrelada as empresas de inovação e tecnologia do Vale do Silício, entretanto para Rodrigues & Fagundes (2012) o valor criado em uma *startup* não está puramente relacionado a criação de coisas, mas também a um aprendizado sobre a projeção do empreendimento.

Elfring & Hulsink (2007) categorizam *startups* em três modelos diferentes: Independentes, *spin offs* e incubadas. A primeira se refere quando o empreendedor não possui ponderação do segmento; a segunda quando o negócio é mediado de acordo com o *know-how* de pessoas especializadas no mercado; e a terceira quando o empreendimento tem a sua disposição uma melhor estrutura e dispõe de uma incubadora.

Dessa forma, compreende-se então que uma *startup* é uma organização de risco, com grande prospecção de crescimento, quase sempre de base tecnológica e que busca resolver problemas os quais ainda não possuem solução de uma maneira inovadora.

2.3. *Incubadoras e Aceleradoras de Startups*

Dentro do ecossistema de inovação e *startups*, a muito se procurava uma maneira eficaz de acelerar o desenvolvimento desses empreendimentos, visando esse desenvolvimento, investidores e organizações governamentais, como universidades por exemplo, passaram a aplicar mais recursos em incubadoras e aceleradoras, visto que elas seriam capazes de aumentar a probabilidade de vida de seus investimentos (GEM, 2011).

Grilmaldi e Grandi (2005), fomentam quem uma incubadora se trata de uma busca por alavancagem de empreendedores talentosos, e aumentar o desenvolvimento de tecnologias, e assim, automaticamente acelerando o desenvolvimento do empreendimento. Para isso as incubadoras oferecem equipamentos, serviços administrativos, suporte em negócios, auxílio

em plano de marketing e apoio na obtenção de capital. As incubadoras normalmente são geridas por organizações governamentais e por gestores especializados da área pública, onde as empresas recebem o investimento devido à perspectiva sobre ela de gerar benefícios sociais.

Por outro lado, as aceleradoras, descrita por Lynn (2012) são constituídas por empreendedores experientes da área, onde os mesmos disponibilizam as empresas participantes do processo de aceleração, um espaço para seu desenvolvimento, *network*, mentorias, parcerias, além de todo o conhecimento adquirido por esses empreendedores ao longo de suas trajetórias. Para Miller & Bound (2011), um dos principais objetivos de uma aceleradora está em promover o contato direto dos fundadores das *startups* com empreendedores experientes, os quais já possuem *know how* para orientar o negócio.

Notando a ascensão de startups em território nacional o Governo Federal Brasileiro junto ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o TI Maio, desenvolveu um programa batizado como Star-Up Brasil. Este é um programa estratégico de software e TI, que objetiva a criação de um ambiente que possa favorecer o desenvolvimento de empresas de base tecnológica, onde o programa seleciona aceleradoras de partes distintas do país, afim de montar um time para auxiliar no desenvolvimento de *startups* dos mais diferentes segmentos (SARMENTO & COSTA, 2016).

Dentro desse ecossistema de aceleradoras, se torna muito importante a presença de investidores anjos, esses os quais na grande maioria são os responsáveis pelo desenvolvimento de aceleradoras. Gimenez (2015, p.20) classificam o investidor anjo como aquele que investe capital próprio no negócio de outra pessoa, assumindo riscos. Mason & Harisson (1995) partilha, em parte, da mesma concepção sobre investidor anjo, porém fomentando que o investimento não pode ser com quem há conexão familiar.

2.4. *Ecossistema das startups*

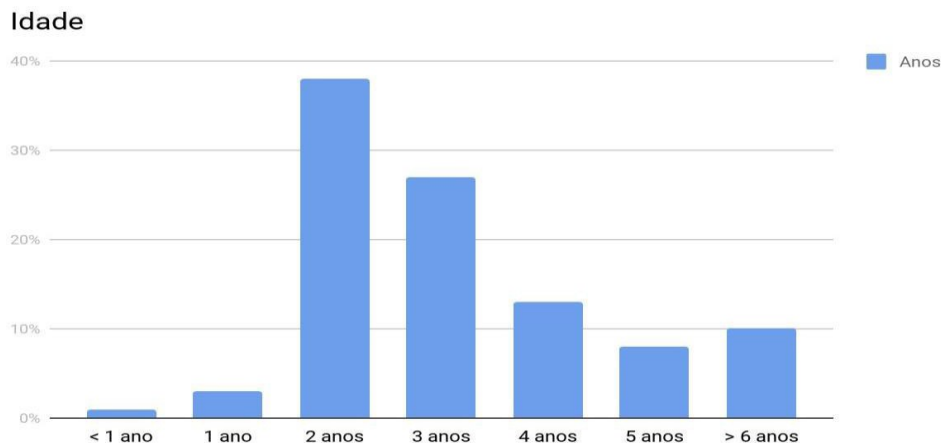
Em seu relatório anual, a Associação Brasileira de *Startups* traz diversos dados sobre o ecossistema atual dessas organizações. Segundo a Abstartup (2016) hoje há 4200 *startups* cadastradas no Brasil sendo que apenas 57,6% estão de fato operando, onde o restante está dividido em 22% no processo de ideação, 17% na etapa de tração e 3% ainda no processo de curiosidade. Um número maior de *startups* em operação poderia resultar em uma melhora econômica do país e no surgimento de novas oportunidades de emprego.

Outro dado relevante trazido pela abstartup é em relação a idade das *startups* cadastradas, que mostra que entre elas, nenhuma tem tempo de vida superior a 6 anos. Uma análise da Figura 1 evidencia o resultado da pesquisa de Arruda (2014) da fundação Dom Cabral, onde o autor aponta que 75% das *startups* brasileiras fecham as portas antes de chegar ou com até 13 anos de existência no mercado.

Na figura 1 fica fomentado a quantidade de *startups* com dois anos de funcionamento, sendo cerca de 38% das startups cadastradas, idade a qual existe um alto índice de mortalidade, onde apenas 10% chega a ultrapassar os 6 anos de funcionamento (ABSTARTUP, 2016).

Arruda (2014) aponta que o índice de mortalidade das *startups* brasileiras já começa a apresentar sinais logo em seu primeiro ano, onde das *startups* fundadas, 25% fecham as portas com apenas um ano de existência, número que cresce expressivamente no quarto ano de existência dessas empresas, onde 50% não resiste aos gargalos do mercado e interrompem seu funcionamento.

Figura 1 – Tempo de vida das startups no Brasil



Fonte: Abstartup (2016)

Outro dado que se destaca é em relação as organizações desse ecossistema que receberam investimentos, segundo a Abstartup (2016), 86% dessas empresas não receberam investimentos e apenas 1% receberam investimentos acima de R\$ 2.000.000,00 esse expressivo número de *startups* que operam sem incentivo financeiro, recurso fundamental para o funcionamento de qualquer empresa, pode estar diretamente ligado aos indices de mortalidade existentes no mercado nacional. Informações sobre investimentos iniciais podem ser conferidas na Tabela 1.

Tabela 1- Porcentagem de Startups que recebem investimentos iniciais.

Não recebe investimento	86%
Até 300 mil reais	8%
De 300 a 800 mil reais	2%
De 800 a 1,5 milhões reais	3%
Mais de 2 milhões reais	1%

Fonte: Abstartup (2016)

São Paulo que é considerado o polo econômico do Brasil se mostra como o estado mais procurado pelos os empreendedores para a instalação de suas empresas, liderando com expressiva vantagem sobre Minas Gerais, segunda colocada e Rio de Janeiro, terceira colocada, no que diz respeito a quantidades de *startups* instaladas no estado desde 2012, o que pode influenciar diretamente no fato do estado ter o maior PIB entres todos os estados brasileiros.

Tabela 2- Estados que contam com maior quantidade de startups instaladas.

Top 3 estados				Total de startups cadastradas no Brasil
Ano	São Paulo	Minas Gerais	Rio de Janeiro	
2012	654	198	176	2519
2014	1000	356	335	2922
2015	1320	365	343	4151
2016	1327	591	343	4273

Fonte: Abstartup (2016)

3. Metodologia

O presente trabalho tem propósito explicativo, justamente por tentar identificar e explicar os gargalos encontrados por startups na etapa de desenvolvimento de seus produtos ou serviços. Gil (2008) caracteriza uma pesquisa explicativa como aquela que objetiva identificar fatores que colaborem na ocorrência de determinado fenômeno.

Os dados da pesquisa foram trabalhados de maneira qualitativa, buscando entender os fenômenos que interferem na fixação das Startups Campo-grandenses. Segundo Lincoln (1994) a investigação qualitativa exige uma análise interpretativa do pesquisador sobre o objeto de pesquisa, de modo que o pesquisador qualitativo estude fenômenos em sua característica natural.

A coleta de dados foi embasada a partir do modelo de processo de desenvolvimento e produto de Magnago (2001), sendo dividida em três partes; A primeira etapa foi composta por um levantamento bibliográfico, onde se buscou compreender melhor o ecossistema das Startups, de forma a entender como funciona esse ecossistema e como é composto. Na segunda etapa, foi realizada a aplicação de um formulário através do Google Forms, sendo composto de 22 questionamentos, onde, 4 eram de resposta aberta, 3 de resposta optativa e 15 na metodologia de escala Likert, onde 1 correspondia a uma resposta que o gestor considerava irrelevante e 5 correspondia a uma resposta que o gestor considerava altamente relevante. Gil (2008) fomenta que a escala likert é baseada na de Thurston, porém de forma mais simplificada e com caráter ordinal, de modo que não mensura o quanto uma atitude pode ser mais ou menos favorável na ocorrência de um fenômeno.

Na terceira etapa foi realizado uma entrevista com cada um dos 07 mesmos gestores que responderam ao questionário. A entrevista foi padronizada contendo 15 questionamentos, visando identificar a dificuldade vivenciada por esses gestores durante o desenvolvimento do produto ou serviço oferecido por sua startup. Houve cautela para que a entrevista não parecesse um segundo questionário, de modo que a conversa fluísse naturalmente e fosse possível obter o máximo de informações possíveis dos gestores. Cada entrevista teve um tempo médio que girou em torno de 15 a 20 minutos.

4. Resultados e Discussões

A pesquisa foi constituída por uma amostra de 07 (sete) *Startups* Sul-mato-grossenses, todas instaladas na capital do estado, Campo Grande, onde foram identificadas 14 empresas que serviriam de amostra, entretanto, somente 7 gestores se disponibilizaram a participar. Foram foco da pesquisa os 07 (sete) gestores responsáveis por cada empreendimento, sendo esses gestores compostos 86% por Homens. A idade dos gestores variou entre 18 a 42 anos, onde 86% deles possuem ou estavam cursando algum curso de nível superior, porém apenas 14% desses cursos relacionados a área de gestão.

Um detalhe importante está relacionado ao fato de que de 100% das *startups* que se propuseram a participar da pesquisa, nenhuma oferecia um produto, todas ofereciam um serviço com base tecnológica, sendo eles: Uma plataforma para oferecer a parte teórica necessária no processo de habilitação veicular de forma totalmente online e com flexibilidade; Uma plataforma para realizar financiamentos, consignados em empréstimos de forma totalmente online sem necessidade de ir a uma agência; Uma software para conferir a qualidade de um bovino no processo de abate, Um software para monitoramento de lavouras; Uma plataforma para encontrar o menor preço de algum produto no e-commerce e aplicar de maneira automática cupons de desconto; Uma plataforma de publicidade rural e uma plataforma de rastreamento de grãos.

4.1. Resultados obtidos com a revisão da Literatura

A revisão de literatura teve o intuito de esclarecer as principais diferenças entre uma *startup* e um empreendimento convencional, de modo que se tornasse possível entender de forma mais esclarecedora como funciona o ecossistema o qual as *startups* fazem parte.

Foi possível compreender na concepção de diversos estudiosos, de distintos períodos da história, sobre *startup* e empreendedorismo. Sebrae (2007) traz a concepção do empreender como o ato de tomar riscos, seja através de um investimento próprio (o que eleva o grau de risco) ou um investimento externo. Dornelas (2008) fomenta que entre os séculos XIX e XX, os empreendedores eram confundidos de forma constante com gerentes, pois eram analisados apenas como ponto de vista econômico.

Na concepção sobre as *startups*, Gitahy (2011) as classifica como um negócio que necessita apresentar escalabilidade, dentro de um mercado que apresenta alto grau de risco e incerteza. Torres (2012) diz que a *startup* já surge de um problema, de modo que o papel dela é trazer a solução de um problema para um grupo de pessoas.

Interpretada as diversas óticas sobre *startups*, empreendimentos e empreendedor, é possível constituir a Figura 2, de modo a deixa claro as principais características de *startups* e empreendimento.

Figura 2- Características fundamentais de uma Startup.

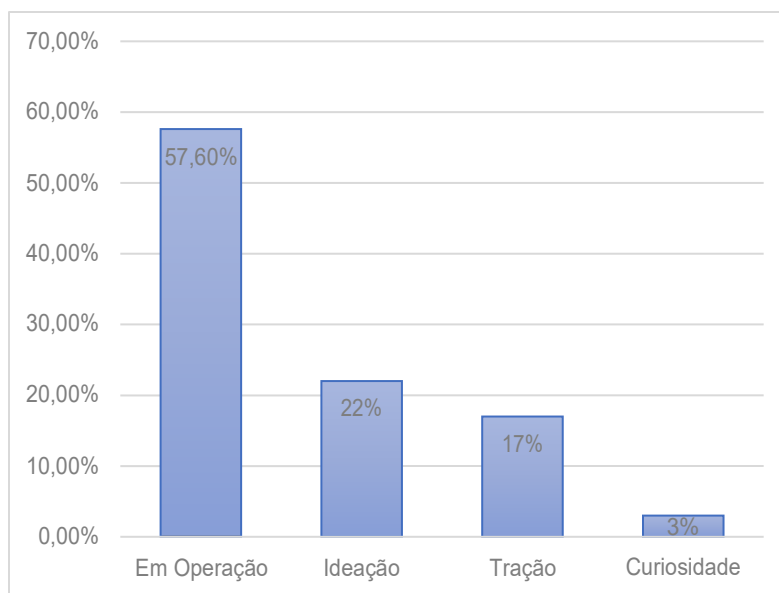
Características	Startup	Empreendimento Convencional
Apresentar Escalabilidade	✓	X
Surgir para Resolver um Problema	✓	X

Ser inovadora	✓	X
Possuir base tecnológica	✓	X
Alta Prospecção de Crescimento	✓	X

Fonte: Elaboração própria

Analisando a Figura 2, é possível visualizar que, uma *startup* é um empreendimento que surge de uma dor (um problema), com pretensão de resolve-lo, possuindo uma base tecnológica e uma alta prospecção de crescimento. Desta forma, a padaria que surge ao lado da sua casa é um empreendimento convencional agora, se ela apresenta as características como as da Figura 2, ela pode ser enquadrada, como uma *startup*. Assim fica claro que toda *startup* é um empreendimento, porém, nem todo empreendimento é uma *startup*. Entretanto é preciso estar claro que não necessariamente um empreendimento convencional não possa apresentar alguma das características atribuídas a startups na Figura 1, mas sim que uma startup convencionalmente apresenta essas 5 características e um empreendimento convencional, não.

Figura 3- Situação de funcionamento das startups brasileiras



Fonte: Abstartup (2016)

Com relação ao ecossistema das startups brasileiras, a Associação Brasileira de Startups traz dados que contribuem muito para a linha de pesquisa. Segundo a Abstartup (2016) apenas 57,6% das 4200 startups registradas, estão de fato operando. A Figura 3 demonstra de maneira mais clara a situação das startups brasileiras cadastradas na abstartup.

A Figura 4 mostra que que 42% dos empreendimentos ainda não estão em funcionamento, se dividindo entre os que demonstram curiosidade de entrar no mercado, e os

que estão justamente na etapa de PDP (Processo de desenvolvimento de produto).

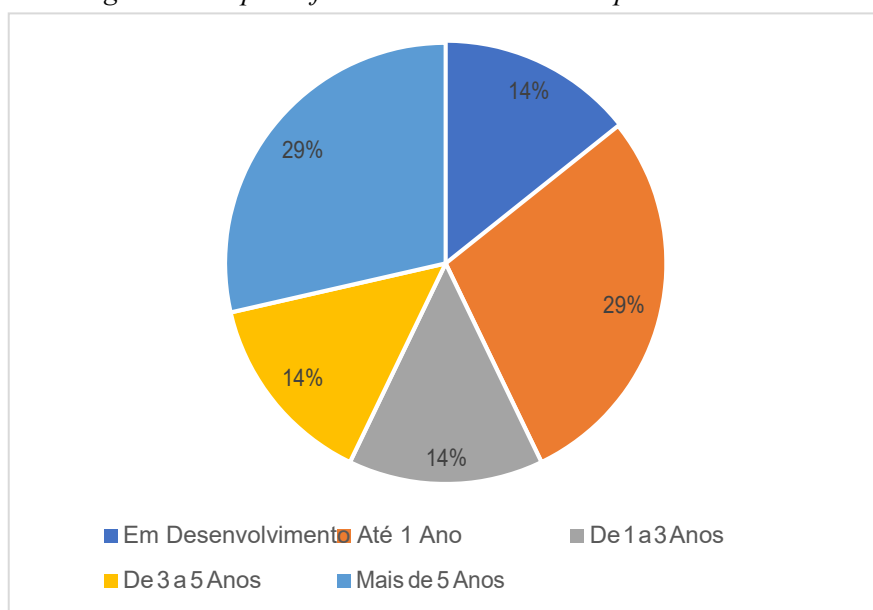
Outro fator em destaque, está atrelado ao tempo médio de vida das startups brasileiras. Arruda et al. (2012) aponta que 25% das startups, não atuam por mais de um ano, e, 50% encerram suas atividades com até 4 anos de funcionamento. Tais informações nos remetem outro dado trazido pela abstartup (2016), que aponta que 86% das startups que inicia suas atividades no Brasil, não recebem investimento suficiente, o que dificulta o desenvolvimento e pode explicar parte do encerramento das atividades.

5. Questionários

A segunda e a terceira parte da aplicação metodológica foi composta pelo questionário e pela entrevista, respectivamente. O questionário foi elaborado visando obter uma introdução sobre o empreendimento, de modo que possuindo esse conhecimento prévio, foi facilitado a obtenção de informações na etapa de entrevista com os gestores, dado esse grau de conhecimento.

O primeiro dado que se destaca está atrelado ao tempo em que as startups da amostra estão no mercado, como exposto na Figura 3.

Figura 4-Tempo de funcionamento das Startups no Mercado

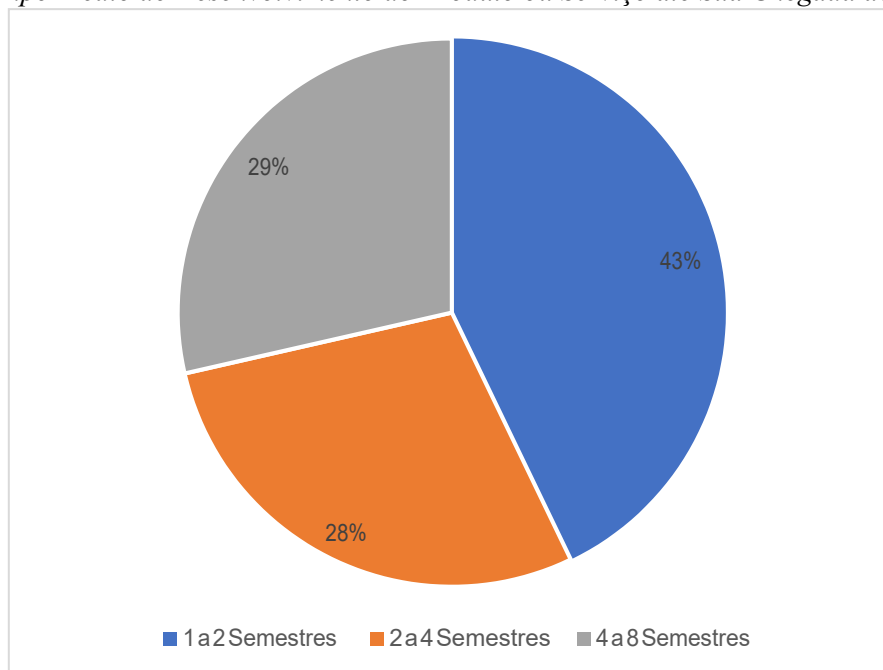


Fonte: Elaboração própria

Na Figura 4 é possível observar que 71% das startups participantes estão a menos de 5 anos no mercado, de modo que esses mesmos 71% se enquadram na linha de pesquisa de Arruda et al. (2012), que diz que 50% das startups brasileiras encerram suas atividades com até 5 anos de funcionamento, estando assim, atuando em uma margem de risco mais elevada.

Outro ponto interessante é quanto ao tempo médio em que tais empresas demandaram para desenvolver seus produtos. Como apresentado na Figura 5.

Figura 5-Tempo Médio de Desenvolvimento do Produto ou Serviço até Sua Chegada ao Consumidor



Fonte: Elaboração própria

Na figura é possível observar que, quase metade das *startups* (43%), levaram até um ano para disponibilizarem ao seu público o serviço ofertado, dado o fato que todos os empreendimentos da amostra oferecem um serviço de base tecnológica, é um prazo médio consideravelmente curto, considerando que apenas 29% dispuseram de 2 a 4 anos para disponibilizarem seu produto. E visto que durante esse período de desenvolvimento, 29% dos gestores entrevistados, disseram não ter realizado uma pesquisa específica afim de identificar e conhecer seu verdadeiro consumidor.

Foi colocada exposição aos gestores, algumas etapas presentes durante o processo de desenvolvimento de produtos, de modo que os mesmos responderam através da metodologia da escala *likert*, a representatividade de 1 para uma etapa que julga irrelevante e 5 para uma etapa que julga altamente relevante.

O primeiro ponto observado foi com relação a necessidade de um planejamento detalhado do projeto, onde apenas 28,6% dos gestores julgaram altamente necessário ter um planejamento que apresentasse de forma detalhada a maneira com a qual o projeto seria conduzido.

Com relação a necessidade detalhada da etapa de pré-projeto, onde segundo Wheelwright e Clark (1992) estão presentes sub etapas como a geração de ideias e o planejamento e gerenciamento do portfólio do projeto, 28,6% julgaram tal etapa como pouco relevante, e apenas outros 28,6% julgaram tal etapa como altamente relevante.

Outro dado interessante esta atrelado a incubação de *startups*, apesar de todas as empresas que participaram da pesquisa fazerem parte de uma incubadora em comum, quando questionados, apenas 14,3% dos gestores julgaram o processo de incubação como altamente relevante, 14,3% como muito relevante e os outros 71,5% se dividiram entre irrelevante e relevante, o que se contrapõem a situação atual de alguns entrevistados.

5.1. Entrevistas

A etapa de entrevistas foi a última etapa realizada das que foram propostas pela metodologia. De modo que já se havia obtido um conhecimento sobre o ecossistema das *startups* e obtido um conhecimento prévio sobre cada uma das *startups* que realizariam as entrevistas, o que facilitou a aproximação com o gestor.

O primeiro dado que chama atenção está relacionado com o financiamento das *startups*, onde, 57% originou-se através do investimento em capital próprio usufruindo do que estava disponível, o que parcialmente reforça a linha de pesquisa da Abstartup (2016) que diz que 86% das *startups* iniciam sem investimento necessário. Foi notado também que, 43% receberam investimentos externos seja de pessoa física ou jurídica, porém nenhuma assumiu o risco de um financiamento através de uma agência bancária. Paralelo a esta informação, foi percebido que apenas 71% dos gestores alegam ter realizado a pesquisa financeira para terem como certo a quantia necessária de investimento para iniciar as atividades.

Com relação ao PDP (Processo de desenvolvimento de produto), foi identificado que 57% dos gestores não utilizavam ou nem se quer conheciam ferramentas para tal desenvolvimento, como, estudou de exequibilidade, projeto conceitual ou desenvolvimento de *layouts*. De forma que ignorar etapas relacionadas ao desenvolvimento de produtos, deixa o empreendimento em estado de maior vulnerabilidade. Já os outros 43% alegaram conhecer ou utilizar alguma ferramenta de desenvolvimento de produto, entretanto sempre ferramentas simples, como aplicação de formulários através de plataformas online.

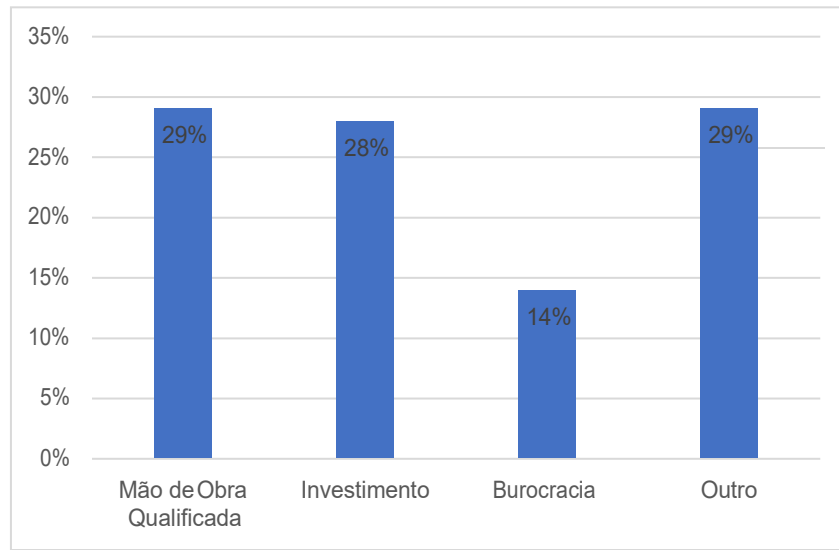
Quanto ao mercado, apenas 57% dos gestores realizaram uma pesquisa quanto a existência de um concorrente já existente no mercado, de modo que os outros 43% não realizaram tal pesquisa, se propondo assim a serem surpreendidas no mercado. De tal forma que foi levantado também que apenas 72% dos gestores se preocuparam em fazer o teste de prototipação, de tal forma que 28% lançaram seus produtos ao cliente sem antes testarem sua funcionalidade.

A Figura 6 apresenta os maiores gargalos relatados pelos gestores durante o desenvolvimento de seus produtos.

Por se tratarem de empresas de base tecnológica, a principal dificuldade encontrada pela qual *startups* de Campo Grande-MS passam está vinculada a mão de obra qualificada, de forma que foi notado a dificuldade dos gestores em montar uma equipe qualificada para o desenvolvimento, execução e manutenção dos softwares necessários, de modo que 29% das *startups* não possuíam as equipes que desejavam.

O investimento necessário também surgiu como um gargalo, notando-se que o desenvolvimento de novas tecnologias exige um investimento elevado, 28% das *startups* alegaram não terem recebido o investimento que realmente necessitavam para desenvolverem seus produtos, onde é possível conectar tal dado ao levantamento que aponta que 29% das *startups* não tiveram uma pesquisa financeira para se conscientizarem do capital necessário, notando-se que mesmo os 71% que realizaram tal levantamento, não receberam capital necessário. Dados que podem ser relacionados aos apresentados na Tabela 1, que aponta que 86% das *startups* no Brasil não recebem investimentos.

Figura 6 - Principais Dificuldades Encontradas Nas Startups



Fonte: Elaboração própria

A burocracia também surgiu como dificuldade para o desenvolvimento de produtos, representando 14% das startups, sendo que por trabalharem com produtos inovadores, 14% apresentaram dificuldades burocráticas em legalizar tal produto para oferecerem ao público, problema que poderia ter sido minimizado com uma pesquisa de viabilidade, antes do desenvolvimento de tal produto. Os 29% restantes se dividiram em diversas dificuldades, como, ausência de conhecimento sobre o uso e manuseio de ferramentas destinadas ao desenvolvimento de produtos, necessidade de retirada de capital para uso pessoal e falta de conhecimento sobre gestão.

6. Considerações finais

Levando em consideração o objetivo geral e os objetivos específicos propostos pelo trabalho, e ainda as limitações impostas pelo mesmo, foram encontrados os seguintes resultados.

O presente estudo possibilitou compreender quais são as principais dificuldades vivenciadas por startups que participam de um programa de aceleração da Living Lab em Campo Grande-MS durante a etapa de desenvolvimento de produto e serviço. Foi possível também saber sobre o conhecimento dos gestores com relação a ferramentas de desenvolvimento de produtos e serviço, assim como tempo médio que as startups usufruindo para poderem desenvolver seus produtos e ofertarem aos seus clientes.

A startups que serviram como amostra para o estudo estavam todas instaladas na capital do estado, Campo Grande, e todas possuíam um grau de vínculo com uma aceleradora local.

Foi possível notar a ausência de conhecimento dos gestores quanto ao uso de ferramentas destinadas para desenvolvimento de produto, de modo que 43% os entrevistados julgaram não conhecer ferramentas com tal utilidade, e conseqüentemente não as utilizar, o que pode acarretar na oferta de um produto semiacabado para o consumidor.

Notou-se, que 43% das startups levaram apenas de 1 a 2 semestres para ir da fase de desenvolvimento até a fase de entrega de seu produto, o que representa um prazo curto, visto

que são produtos de base tecnológica, de forma que tal prazo pode ser vinculado ao não uso de ferramentas de desenvolvimento de produtos, acelerando a entrega de tal, entretanto podendo comprometer a qualidade do mesmo, de tal forma que foi possível observar que apenas 43% das startups entrevistadas alegaram já terem validado suas atividades, isto é, já terem obtido o retorno sobre o investimento realizado.

Conclui-se que a falta de capacitação profissional ligada a área de empreendimento em que os gestores atuam, é hoje o maior gargalo vivenciado pelas startups que serviram como amostra. Tal fator faz com que seja necessário a terceirização da mão de obra de determinadas atividades, elevando assim o custo operacional e prejudicando o bom funcionamento de tais empreendimentos.

Sendo assim, nota-se que é necessário a busca por profissionalização por parte dos gestores afim de suprir essa ausência de mão de obra qualificada. Visto que os gestores participantes não apresentavam graduação ligada a área de gestão nem a áreas de tecnologias.

Entre as maiores dificuldades para o desenvolvimento da pesquisa, a coleta de dados se destacou, de tal forma que conseguir contato com gestores responsáveis por cada um dos empreendimentos foi um grande empecilho devido a carência de tempo vago na agenda dos mesmos.

Fica como sugestão de replicar a pesquisa com um número maior de empreendimentos, não se limitando a uma região e assim trazendo novos gargalos que impedem o desenvolvimento das startups brasileiras.

7. Referências

- ARRUDA, C., NOGUEIRA, V., COZZI, A., & COSTA, V. (2012). Causas da mortalidade de startups brasileiras. *O que fazer para aumentar as chances de sobrevivência no mercado*.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA. Magnago, P. F. (2011). Combinação produto-serviço: uma análise de suas consequências na gestão do processo de desenvolvimento de produtos. SEBRAE. (2007). *Disciplina de empreendedorismo*. São Paulo: Manual do aluno, 67p.
- Elfring, T., & Husink, W. (2007). Networking by entrepreneurs: Patterns of tie—formation in emerging organizations. *Organization Studies*, 28(12), 1849-1872.
- LEITE, E. (2000). O Fenômeno do Empreendedorismo. 1ª Edição. Recife: Bagaço.
- Mason, C. M., & Harrison, R. T. (1995). Closing the regional equity capital gap: The role of informal venture capital. *Small business economics*, 7(2), 153-172.
- Miller, P., & Bound, K. (2011). The startup factories. *NESTA*. <http://www.nesta.org.uk/library/documents/StartupFactories.pdf>.
- NETO, S., & SALES, A. (2004). Empreendedorismo nas Micro e Pequenas Empresas no Brasil. *Anais do ENANPAD— XXVIII, Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração*. Curitiba: ANPAD.
- Rodrigues, A. C. E., & FAGUNDES, M. (2012). Metodologias de desenvolvimento de modelos de negócios inovadores em ambientes effectuais: um estudo comparativo. *Rio de Janeiro, Universidade Politécnica do Rio de Janeiro*.
- Sarmento, M. R. C. (2016). O papel das aceleradoras na consolidação de novas empresas de cultura empreendedora a luz da metodologia lean startup. *EmpíricaBR-Revista Brasileira de Gestão, Negócio e Tecnologia da Informação*, 1(1), 65-86.
- SCHUMPETER, J. A. (1961). *Teoria do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.
- SEBRAE (2016). Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil. <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-pib-do-brasil,ad0fc70646467410VgnVCM2000003c74010aRCRD>. Acesso em, 6(07), 2016.

8. Apêndice a - questionário aplicado aos gestores

Este formulário visa identificar dificuldades iniciais na etapa de desenvolvimento de produto e serviço, vivenciadas pelas *startups* membras da Living Lab. Está é uma pesquisa científica que possui questões abertas e fechadas, levando até 5 minutos para serem respondidas. Desde já, agradecemos sua colaboração.

1- Qual o nome da empresa?

2- Há quanto tempo a empresa está no mercado?

3- Qual o principal produto ou serviço hoje oferecido pela empresa?

4- Foi realizada alguma estratégia para desenvolvimento do seu produto ou serviço? Sim
 Não

5- Qual foi o tempo médio de desenvolvimento do produto ou serviço até que pudesse chegar ao consumidor?

De 1 a 2

semestres De 2 a

4 Semestres De

4 a 8 Semestres

Mais de 12 semestres

6- Este Produto ou serviço foi desenvolvido projetando a liderança em sua segmentação? Se não, Por que?

7- Antes do desenvolvimento do produto ou serviço, foi realizada alguma pesquisa quanto a demanda?

Sim

Não

Agora, por favor, responda as afirmativas de acordo com a numeração de 1 a 5, sendo 1 "pouco relevante" e 5 "muito relevante" de acordo com as necessidades que sua empresa apresentou/apresenta no momento em que decidiu entrar no mercado.

Reunião de Brainstorming.

Pouco relevante 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () Muito

Relevante Planejamento detalhado do projeto.

Pouco relevante 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () Muito Relevante

Estudo de exequibilidade. Pouco relevante 1 () Projeto conceitual.	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
Pouco relevante 1 () Estudo de mercado.	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
Pouco relevante 1 () Desenvolvimento de layout. Pouco relevante 1	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
() Projeto de produção. Pouco relevante 1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
Necessidade de uma etapa de Pré-projeto. Pouco relevante 1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
Produto ou serviço ser patenteável. Pouco relevante 1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
O produto ou serviço passar por um processo de incubação. Pouco relevante 1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
O produto ou serviço atingir novos mercados. Pouco relevante 1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
O produto ou serviço apresentar uma vantagem competitiva. Pouco relevante 1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 () Muito Relevante
O produto ou serviço apresentar característica de exclusividade.				

9. Apêndice b - entrevista padronizada com os gestores responsáveis pelas startups.

- 1- Nome da empresa?
- 2- Ano em que foi fundada?
- 3- Qual a segmentação da empresa?
- 4- A empresa teve aporte inicial? Foi financiamento interno ou externo?
- 5- O investimento inicial era o desejado para o desenvolvimento do produto? Foi realizado o projeto financeiro?
- 6- Quais as ferramentas que foram usadas no desenvolvimento do produto?
- 7- Foi realizada uma pesquisa de Mercado na etapa de pré desenvolvimento quanto a existência de um concorrente?
- 8- Qual seu público alvo?
- 9- Quais as ferramentas usadas na identificação do público alvo?
- 10- Foi realizado testes de prototipação? Em qual fase do desenvolvimento do produto?
- 11- Quanto tempo levou da fase inicial a final? Poderia ter sido feito em menos tempo?
- 12- Quais as dificuldades percebidas durante o processo de desenvolvimento?
- 13- O produto se validou? Ou seja, apresentou retorno esperado sobre o investimento?

Innovación en las empresas de desarrollo de software costarricense: Aplicabilidad del modelo de roles A-F

Ariella Quesada R.

Universidad Nacional, Escuela de Informática, Costa Rica
ariella.quesada.rosales@una.cr

Francisco J. Mata

Universidad Nacional, Escuela de Informática, Costa Rica
fmata@una.cr

Resumen

En este artículo se analiza la innovación en empresas de desarrollo de software costarricense y se indaga sobre la aplicabilidad del modelo de roles A-F en dichas empresas. Con base en la información obtenida a través de un estudio de casos múltiples se evidencia que las empresas entrevistadas se encuentran en eslabones altos de la cadena de valor de software, y por ende, enfrentan un ambiente competitivo. Lo anterior puede explicar el hecho que la mayoría de las empresas seleccionadas reporta haber realizado innovaciones, aunque las mismas han estado más orientadas a ser de magnitud incremental. En este contexto, también se haya evidencia de la aplicabilidad del modelo A-F propuesto por Trías de Bes y Kotler (2011). Un estudio cuantitativo se encuentra en desarrollo para ahondar más sobre este tema.

Palabras clave

roles, innovación, software, Costa Rica

1. Introducción

El sector servicios se ha convertido en uno de los principales propulsores de la economía costarricense, pasando de representar un 10% de la producción del país en 1966 a tener un peso del 40% en el PIB en el 2012, convirtiéndose así en uno de los sectores más importantes, según datos del Banco Central de Costa Rica (BCCR, 2016).

Por otro lado, el octavo informe Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación presenta una medición especial para el sector servicios en Costa Rica durante el periodo 2015-2016. En dicho informe se reporta como uno de los principales resultados que el 88,7% de las empresas de servicios costarricenses logró algún tipo de innovación. En cuanto al tipo de innovación obtenido, el 67,7% de las empresas la realizó en el producto/servicio, el 62,2% en el proceso, y el 56,1% en la comercialización (MICITT, 2016).

Lo anterior demuestra que el sector servicios costarricense está logrando posicionarse como un motor de desarrollo económico. Dentro de este sector el subsector de tecnologías de información y comunicación (TIC) desde hace varias décadas ha demostrado un dinamismo, tanto interno como externo, particularmente a través de las empresas de desarrollo de software. Para este tipo de empresas la innovación es un elemento fundamental dentro de sus actividades, con el fin de posicionar sus productos y servicios, ante un mercado cada vez más exigente y cambiante.

Uno de los elementos fundamentales para incorporar procesos de innovación en las

empresas de desarrollo de software es el uso de enfoques que combinen la gestión de la tecnología con los recursos humanos. La importancia de la gestión combinada de la tecnología y los recursos humanos se encuentra documentada (ver Davenport, 1992) y existe evidencia de ella en Costa Rica (ver Quesada y Mata (2013a y 2013b)). Sin embargo, la mayoría de los enfoques utilizados en innovación parten del hecho de que las empresas adoptan modelos de gestión de la innovación, considerando asuntos estratégicos y de alineamiento con su entorno (Cotec, 2006; Kaplan y Norton, 2002; Hobday, 2005). Trías de Bes y Kotler (2011), por otro lado, sugieren que este proceso no está predeterminado por un modelo de gestión, sino que debe ser el resultado de la interacción de un conjunto de funciones o roles que desempeñan determinadas personas en la organización.

La investigación realizada en el trabajo de Quesada (2012), mediante la aplicación de estudios de casos, utilizando como unidad de análisis las empresas costarricenses desarrolladoras de software tanto de capital nacional como extranjero, evidenció una relación entre los modelos de gestión de la innovación y el tipo de innovación realizada en las cinco empresas estudiadas. En este estudio, se encontró que las innovaciones de tipo radical y orientadas al mercado internacional se relacionan con los modelos articulado (“coupling”) e integrado, mientras que el modelo de arrastre de demanda (“demand pull”) se relaciona con las innovaciones de tipo incremental y orientadas al mercado nacional.¹ No obstante, en esta investigación se propone que otra forma de estudiar este tema en las empresas de desarrollo de software sería utilizando los roles propuestos para la innovación utilizando el modelo A-F desarrollado por Trías de Bes y Kotler (2011).

Los anteriores autores enfocan la innovación hacia el desarrollo de una cultura innovadora en la empresa con un enfoque que define roles, calificaciones y características de las personas que fungen como actores en los procesos de innovación, permitiendo que se desarrolle y ponga en el mercado una corriente continua de innovaciones. En esta línea, proponen el modelo A-F compuesto por seis roles para la innovación: (A)ctivadores, (B)uscadores, (C)readores, (D)esarrolladores, (E)jecutores y (F)acilitadores. Este modelo centra la innovación más en los roles de los actores en la innovación, que, en un modelo de gestión, y a la vez sugiere un desarrollo no lineal y más en formato red que permite una mejor adaptación de la organización hacia una cultura innovadora.

A raíz del señalamiento de Trías de Bes y Kotler (2011) y la recomendación presentada en el trabajo de Quesada (2012), surge la pregunta de si es aplicable el modelo A-F a las empresas desarrolladoras de software costarricense. El objetivo de este trabajo es, por lo tanto, determinar si existe evidencia de la existencia de los roles del modelo A-F en las empresas desarrolladoras de software costarricense seleccionadas.

Este artículo se organiza en cinco secciones. La segunda sección presenta el fundamento teórico para este trabajo. Los aspectos metodológicos de la investigación se presentan en la tercera sección. La cuarta sección muestra el análisis de resultados y en la última se presentan las conclusiones.

2. Fundamentación teórica

Esta sección presenta el concepto de innovación de software, las características de las empresas de desarrollo de software que influyen en la innovación y los roles para la innovación obtenidos de la revisión de literatura que fundamentan el análisis y los

¹ Ver Rothwell (1994) para una descripción de estos modelos.

resultados.

2.1. *Innovación en software*

La innovación es la introducción de nuevos productos, procesos, organización o comercialización e incluso el mejoramiento de los existentes de la empresa que requiere de su implementación (OECD, 2018).

Koch (2004) se refiere a la innovación de software como un proceso social de construcción de redes que incluye el desarrollo de: nuevos sistemas de información, nuevos módulos de software, software básico, complementos, gestión de proyectos, especificaciones del sistema, integración de sistemas, modificaciones, implementación, capacitación, formación y servicios de apoyo.

Lippoldt y Strykowski (2009), por su parte, definen la innovación en software como el "desarrollo de un aspecto nuevo, una función o aplicación de un producto o proceso de software, o la introducción de un nuevo producto, servicio o proceso de software, o la mejora en un producto o proceso de software comparado a la generación anterior; y la entrada a un mercado existente o la creación de un nuevo mercado" (p.11).

Por lo tanto, se entiende por innovación en software en este trabajo como el proceso y/o resultado que conduce a: i) la introducción de un nuevo producto de software, un nuevo servicio fundamentado en software, ii) un nuevo proceso para el desarrollo de software, iii) el desarrollo de un nuevo aspecto, una nueva función, una nueva aplicación relacionado con un producto de software, o un servicio fundamentado en software, iv) un proceso utilizado para el desarrollo de software, o v) la mejora en un producto de software existente en un servicio relacionado con software existente o en un proceso para el desarrollo de software existente.

2.2. *Características de las empresas de desarrollo de software que influyen en la innovación*

Dougherty y Hardy (1996) señalan que el desarrollo de un nuevo software requiere la creación de procesos y estructuras organizativas. Misra et al. (2005) argumentan que las empresas de software sólidas del mercado cuentan con una estructura de procesos explícitos o implícitos para innovar sus productos, los cuales deben estar alineados con los objetivos de la organización para que reciba el apoyo correspondiente.

Uno de los factores que contribuyen a fortalecer la innovación en el sector servicios, en el cual se clasifica el software, es la calificación y la profesionalidad del personal (Howells y Tether, 2004). Es por ello, que se requiere tanto de un capital humano con especialización y educación superior, así como de atender la formación de los equipos de trabajo de la empresa. Asimismo, estos autores indican que los clientes son una fuente para la innovación en software, al satisfacer funcionalidades o necesidades de estos. Siguiendo esta línea, Akman y Yilmaz (2008) mencionan que, al centrarse en los clientes, las empresas de software serán capaces de mejorar su capacidad de innovación debido a que las necesidades y deseos de sus compradores son la fuente de posibles ideas innovadoras.

Koc (2007) concurre en que ciertos factores de la organización desempeñan un papel fundamental al mejorar la capacidad de innovación de las empresas desarrolladoras de software. Esto se debe a que el desarrollo del software es un proceso complejo y multifuncional, en el cual las diferentes funciones dependen de las competencias,

experiencias, roles y responsabilidades del recurso humano, para lo cual es necesario especificar las funciones en los procesos de innovación. Agrega que la participación colaborativa dentro de la organización es primordial para la creación de ideas, las cuales se tornan en nuevos productos de software que a su vez sean rentables y oportunos.

Un factor organizacional que tiene un efecto significativo sobre la capacidad de innovación es la coordinación interfuncional de acuerdo con el trabajo de Bin Ali y Edison (2010). Una coordinación buena e integrada entre todos los departamentos puede promover una transferencia efectiva de conocimientos dentro de la empresa, facilitando el intercambio de ideas innovadoras entre los empleados, las cuales pueden concretarse en innovaciones. A la vez, estos autores sugieren que la existencia de una estrategia de innovación ayudará a las organizaciones en la promoción de una cultura de innovación.

El reporte de la UNCTAD (2012) sobre la industria del software en los países en desarrollo, indica que el tipo de capacidades requeridas por las empresas varía dependiendo de la etapa en que se encuentran en la cadena de valor y el segmento de la industria del software en que se encuentren. Dentro de esta cadena, la entrada al mercado interno presenta menores obstáculos, por lo cual el ascenso en la cadena de valor implica un salto desde los servicios de software hacia los productos de software (Heeks, 1999). No obstante, la producción de software para la exportación requiere mayores competencias.

2.3. Roles para la innovación

Howell y Higgins (1990) identificaron los siguientes roles para la innovación: campeones de productos, campeones técnicos, innovadores empresariales, campeones de proyectos (promotores de proyectos) guardianes, agentes de cambio organizativo, campeones de ideas, patrocinadores de alta dirección, y campeones ejecutivos.

Shane (1995) examina en particular el rol de campeón en la innovación mediante un estudio realizado a 4.405 personas de 43 organizaciones de 68 países. Las organizaciones requieren de un catalizador para promover la innovación, para lo que se analizó a los “campeones” individuales que ayudan a superar las apatías en las rutinas organizativas. Los resultados del estudio demuestran que la aceptación de la incertidumbre está significativamente asociado con las preferencias para estos cuatro roles de pioneros. Por lo tanto, Shane identifica estos tipos de roles organizacionales relacionados con los campeones, los cuales también habían sido previamente identificados por otros autores:

1. Defensor organizacional: proporciona a los innovadores autonomía en las reglas, sistemas y procedimientos para que los innovadores pueden establecer soluciones creativas (Howell y Higgins, 1991; Schon, 1963).

2. Líder transformacional: convence a otros miembros de la organización para que apoyen la innovación (Burgelman, 1983; Ginsberg y Abrahamson, 1991). Su papel se realiza en la etapa inicial del proceso de innovación.

3. “Amortiguador” organizacional: desarrolla un monitoreo para que los innovadores realicen un uso adecuado de los recursos pero a su vez permite que actúen creativamente (Howell y Higgins, 1991). Estas funciones se desempeñan en la etapa de implementación.

4. Facilitador de red: defiende a los innovadores contra la obstrucción de la jerarquía organizacional mediante el desarrollo de coaliciones multifuncionales entre gerentes de diferentes áreas que apoyan la innovación (Howell y Higgins, 1991). Este rol se evidencia en la proceso de innovación correspondiente a la incorporación.

De acuerdo con Howell y Higgins (1991), Shane (1993) y Shane et al. (1995), cuando se asumen los anteriores roles se mejora el rendimiento de las empresas en las actividades de innovación, como resultado de movimientos específicos de personal y actividades colaborativas.

Trías de Bes y Kotler (2011) enfocan la innovación hacia el desarrollo de una cultura innovadora en la empresa, la cual hará posible que produzca y ponga en el mercado una corriente continua de innovaciones menores o marginales. Con ello, se genera un nuevo enfoque para definir roles, cualificaciones y características de las personas que fungen como intervinientes a la vez que propone un desarrollo no lineal y más en formato red que puede permitir una mejor adaptación de la organización al proyecto innovador. Los roles del “modelo A-F” propuesto por estos autores son:

1. Activadores: Es un rol básico, que debe provocar que se mejore algo que ya está funcionando bien. Se acompaña de la coordinación de todos los demás roles, pueden desempeñarlo tanto personas de la empresa como ajenas a ella (proveedores, clientes, distribuidores, inversores y comunidad científica).

2. Buscadores: Deben tener una visión de todas las fuentes de información que forman parte del proceso, ya que debe suministrar información importante. Este rol debe ser activo y vinculado al proceso de innovación. Los buscadores sugieren rutas con mayores probabilidades de éxito.

3. Creadores: Generan una idea nueva con posibilidades de llevarse a la práctica, aportando valor al cliente., Pueden estar ya dentro de la empresa, contratarse cuando se precise un perfil acusadamente creativo, o incluso subcontratar la generación de ideas.

4. Desarrolladores: Su principal función es convertir una idea en algo susceptible de venderse al cliente. Si bien el rol del desarrollador corresponde fundamentalmente a los tecnólogos, es claramente aconsejable que entre los desarrolladores se incluya algún representante de mercadeo y ventas, de manera que éste analice qué es lo que aporta valor al cliente, mientras que los tecnólogos precisen que lo que puede, y no puede, hacerse.

5. Ejecutores: Se encargan de la ejecución, para lo cual es aconsejable hacer pruebas con los clientes.

6. Facilitadores: Aprueban inversiones, eligen entre alternativas, hacen avanzar el proceso, lo desbloquean y aprueban finalmente el lanzamiento al mercado o, en su caso, la interrupción del proceso.

Cabe mencionar que las funcionalidades de los roles propuestos por Shane (1995) se integran en modelo A-F Trías de Bes y Kotler (2011), ya que el defensor organizacional y el líder transformacional se asocian directamente al rol de activador, el de amortiguador organizacional se relaciona con el de ejecutor y el facilitador de red se puede vincular con el rol de facilitador.

3. Aspectos metodológicos

Se decidió utilizar un enfoque cualitativo para determinar si el modelo A-F de Trías de Bes y Kotler (2011) era aplicable a las empresas desarrolladoras de software costarricenses. Este enfoque se seleccionó con el fin de identificar la naturaleza de las realidades, y el contenido de las experiencias por medio de un proceso flexible (Hernández Sampieri et al., 2014).

El diseño aplicado fue el de estudio de casos que comúnmente se aplica en estudios exploratorios para realizar un primer análisis de definir las preguntas o hipótesis para casos posteriores (Stake, 1995; Yin, 2009). Para este trabajo se implementó un estudio de casos múltiple.

La recolección de datos se hizo por medio de una entrevista semiestructurada dirigida a los gerentes de empresas desarrolladoras de software costarricense, con el fin de identificar la aplicabilidad de los roles A-F relacionados en los procesos de innovación en las empresas. La guía para esta entrevista tuvo como base el trabajo de Quesada (2012). Las entrevistas tuvieron lugar entre noviembre 2016 y marzo de 2017.

Las empresas seleccionadas combinan desarrolladores de software que ofrecen servicios, así como productos. Estas empresas se desempeñan en los servicios de desarrollo de software, aseguramiento de la calidad, juegos en línea, mercadeo digital, migración, tecnologías y herramientas de software libre, outsourcing, consultoría en TI, entre otros.

En el marco de esta investigación, se utilizó una muestra seleccionada a juicio de seis empresas desarrolladoras de software (unidad de estudio), ubicadas en el Gran Área Metropolitana² del país y que tenían más de tres años que ayudara a su posicionamiento en el mercado.

4. Análisis de los resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las entrevistas semiestructuradas, los cuales se agrupan en tres secciones.

4.1. Información de las empresas entrevistadas

Las seis empresas desarrolladoras de software que forman parte del estudio tienen más de cinco años de creación y operación, y se localizan en el Gran Área Metropolitana.

El Cuadro 1 muestra que las empresas presentan diferencias entre sí. En cuanto a las actividades principales que llevan a cabo las empresas entrevistadas, la empresa A³ se dedica principalmente al mercadeo digital, optimización de sitios web y analítica web; la empresa B se orienta a la verificación final de productos de acuerdo con estándares internacionales; la empresa C se focaliza en brindar soluciones a la medida con tecnología abierta; la empresa D desarrolla juegos; la empresa E ofrece proyectos a la medida; y la empresa F desarrolla juegos en línea.

Con relación al tamaño de las empresas, la mayoría de ellas (A, B, C y D) se pueden clasificar como pequeñas y medianas empresas, de acuerdo con el número de empleados. Mientras las empresas E y F se pueden considerar como grandes.

En cuanto a la calificación y profesionalidad del recurso humano, las empresas entrevistas señalaron que la mayoría del personal cuenta con el bachillerato universitario. Según Howells y Tether (2004), este es un aspecto fundamental para fortalecer los equipos de las empresas.

En cuanto al destino de las ventas, la empresa A divide sus ventas de manera equitativa entre el mercado nacional y el internacional; las empresas C y E se enfocan

² Esta incluye las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago.

³ Los nombres de las empresas no se citan por asuntos de confidencialidad.

totalmente en el mercado nacional; mientras que las ventas de las empresas B, D y F se orientan en un 100% al mercado internacional.

Cuadro 1. Información general de las empresas entrevistadas

Em presa	Actividad principal	No. de trabajadore s	Añ o de creación	Mercado principal
A	Mercadeo digital, optimización de sitios web y analítica web	18	2012	Internaciona l (50%) Nacional (50%)
B	Servicio de verificación final de productos de acuerdo con los estándares específicos de la industria aeroespacial	28	2008	Internaciona l
C	Desarrollo de soluciones en tecnologías abiertas y venta de productos	25	2001	Nacional
D	Desarrollo de video juegos y outsourcing para la industria digital	32	2003	Internaciona l
E	Proyectos a la medida, soporte y mantenimiento	105	2004	Nacional
F	Desarrollo de juegos en línea	95	2007	Internaciona l

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Innovación en la empresa

Drucker (1985) establece que “la empresa que no innova no puede evitar el envejecimiento y la declinación. Y la declinación será muy veloz en un periodo de cambios rápidos como el que se vive” (p. 177). A partir de esta afirmación, se torna prioritaria la innovación en las empresas como elemento clave para la competitividad.

En este sentido, todas las empresas entrevistadas indicaron tener algún tipo de innovación en software que conlleva la creación o mejoramiento de un producto, procesos de producción y la inserción o creación de un nuevo mercado. Todo esto lleva consigo que la innovación es un elemento proactivo y dinámico en las actividades de las seis empresas seleccionadas.

En cuanto a la magnitud de la innovación en software o impacto en el mercado, sea esta de índole incremental o radical, las empresas entrevistadas presentaron diferencias. La mayoría de las empresas (A, B, C, E y F) reportaron innovaciones incrementales, al realizar mejoras o adaptaciones a un software existente. La empresa A ha realizado innovaciones mediante el uso de las herramientas de análisis web que brinda Google. La empresa B ha llevado a cabo innovaciones por medio de la mejora de las herramientas que implementan

para sus procesos. En el caso de la empresa C, sus innovaciones fueron resultado de información recibido por parte de sus clientes. Las innovaciones de la empresa E se obtuvieron mediante la mejora de productos existentes con ajustes a la medida, cuando fue necesario. Por último, las innovaciones en la empresa F tuvieron como base mejoras, en cuanto a la calidad, rendimiento y eficiencia, de un producto base anteriormente desarrollado.

En contraste, la empresa D manifestó haber hecho innovaciones de magnitud radical, al desarrollar nuevos juegos para el mercado, lo cual le permitió mejorar su competitividad en el mercado.

Los entrevistados señalaron, además, que para innovar se requiere de conocimientos y habilidades cada vez mayores con el propósito de estar a la vanguardia, además se debe invertir en I+D para que se estimulen los procesos de innovación dentro de la empresa, que luego se vea reflejado al ser efectivas. De este modo, para las innovaciones en las empresas se requiere de un conocimiento de la actividad principal, junto con un proceso de aprendizaje de los trabajadores.

4.3. Roles de innovación en la empresa

Para la identificación y existencia de roles del modelo A-F para la gestión de la innovación en las empresas seleccionadas, se le pidió a cada entrevistado relacionar las funciones de cada uno de los roles con puestos en su organización, para lo cual señalaron que:

- El rol de activador se relaciona con la participación de todos los empleados en la mayoría de las empresas (A, B, D, E) y en otros casos recae solo en los gerentes (C y F).
- Los buscadores se asocian principalmente a los líderes de equipo en todas las empresas con excepción de la empresa A, en la cual se vincula a los ejecutivos de cliente.
- Los creadores se relacionan con los ingenieros de sistemas, aunque también se incluye al cliente dentro de este rol.
- El rol de desarrollador se relaciona en la mayoría de las empresas entrevistadas con los ingenieros de sistemas, quienes se encargan de desarrollar los nuevos productos, cambios y mejoras a los existentes.
- Los ejecutores se ligan con los encargados de probar y/o verificar la calidad del software (*tester and quality assurance*), en la mayoría de las empresas entrevistadas.
- Por último, los facilitadores se asocian con los gerentes o directores de proyecto.

Cabe señalar que la mayoría de los entrevistados manifestaron difícil separar los roles de creador y de desarrollador, pues se consideran que sus funciones van de la mano, y se asocian ambos con los ingenieros de sistemas.

Lo anterior provee evidencia de que sí se pueden identificar los roles del modelo A-F en las empresas desarrolladoras de software costarricenses.

5. Conclusiones

Los resultados anteriores evidencian la aplicabilidad del modelo A-F en las empresas de desarrollo de software seleccionadas, aunque no hubo necesariamente consenso en cuanto a que estos roles sean desempeñados por funcionarios homólogos en las empresas estudiadas.

Es importante observar que, en el caso del rol de creador, el cual puede decirse que es uno de los más relacionados con la innovación, la mitad de las empresas entrevistadas

identifican al cliente dentro de este rol. Esta participación se considera como una fuente importante para la innovación en software al satisfacer los deseos, las necesidades y funcionalidades de los clientes (Howells y Tether, 2004 y Akman y Yilmaz, 2008).

Debido que la mayoría de las empresas entrevistadas exportan sus productos y servicios, se puede argumentar que las mismas se encuentran en los eslabones superiores de la cadena de valor del software, por lo cual se requieren de mayores competencias por el margen de creación de valor y la orientación al mercado internacional de su producción (UNCTAD, 2012). Por este motivo estas empresas enfrentan una mayor competencia y por ende deben ser más innovadoras, lo cual podría fundamentar la existencia de estos roles en las empresas seleccionadas.

A partir de estos resultados, se ha contemplado realizar un estudio cuantitativo con una muestra más grande para analizar más a fondo la existencia de los roles A-F en las empresas desarrolladoras de software en Costa Rica y encontrar su relación con los modelos de gestión de innovación. Actualmente se está haciendo el análisis de los datos obtenidos de este estudio de campo.

6. Bibliografía

- Akman, G., y Yilmaz, C. (2008). Innovative capability, innovation strategy and market orientation: an empirical analysis in Turkish software industry. *International Journal of Innovation Management*, 12(01), 69–111.
- BCCR. (2016). *Cuadro de oferta y utilización (COU)*. Proyecto Cambio Año Base, Departamento de Estadística Macroeconómica. Costa Rica: Banco Central de Costa Rica.
- Bin Ali, N. y Edison, H. (2010). *Towards innovation measurement in software industry*. Master Thesis. School of Computing, Blekinge Institute of Technology.
- Burgelman, R. (1983). A process model of internal corporate venturing in the diversified major firm. *Administrative Science Quarterly*, 28(2), 223-244.
- COTEC (2006). *Marco de referencia de innovación*. Fundación para la innovación tecnológica. Madrid: Editorial Club de excelencia en Gestión.
- Davenport, T. (1992). *Process innovation: Reengineering work through information technology*. Boston, Estados Unidos: Harvard Business School Press.
- Dougherty, D., y Hardy, C. (1996). Sustained product innovation in large, mature organisations: overcoming innovation to-organisation problems. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1120–1153.
- Drucker, P. (1985). *Innovation and entrepreneurship: Practice and principles*. New York: Harper & Row.
- Ginsberg, A., y Abrahamson, E. (1991). Champions of change and strategic shifts: The role of internal and external change agents. *Journal of Management Studies*, 28(2), 173-190.
- Heeks R. (1999). Software strategies in developing countries. *Communications of the ACM*, 42(6), 15–20.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*: (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hobday, M. (2005). Firm-level innovation models: perspectives on research in developed and developing countries. *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(2), 121-146.
- Howell, J., y Higgins, C. (1990). Champions of technological innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(2), 317-341.
- Howells, J., y Tether, B. (2004). *Innovation in services: Issues at stake and trends*. Report for DG Enterprise of the European Commission, under contract INNO-Studies 2001.
- Kaplan R., y Norton, D. (2000). *The strategy focused organizations*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Koc, T. (2007). Organizational determinants of innovation capacity in software companies. *Computers & Industrial Engineering*, 53, 373–385.
- Koch, C. (2004). Innovation networking between stability and political dynamics. *Technovation*, 24, 729–739.
- Lippoldt, D., y Strykowski, P. (2009). *Innovation in the software sector*. Paris: OECD Publishing.
- MICITT. (2016). *Indicadores nacionales de ciencia, tecnología e innovación, Costa Rica 2015-2016*.

- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, Secretaría de Planificación Institucional y Sectorial. San José, Costa Rica.
- Misra, S., Kumar, V., Kumar, U., y Misra, R. (2005). Goal-driven measurement framework for software innovation process. *Journal of Information Technology Management*, XVI (3), 30-42..
- OECD. (2018). Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. París, Francia: OECD Publishing. Disponible en <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>
- Quesada, A. (2012). *Innovación en software: estudio de casos en la industria del desarrollo de software costarricense*.
- Proyecto de Aplicación Práctica de la Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica. Universidad Nacional.
Costa Rica
- Quesada, A. y Mata, F.J. (2013a). La importancia de los recursos humanos en los procesos de innovación en la industria de desarrollo de software costarricense. *Memorias del XV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica* (ALTEC, 2013), Oporto, Portugal, 27-31 octubre de 2013.
- Quesada, A. y Mata, F.J. (2013b). Gestión de la innovación en software: estudio de casos en la industria del desarrollo de software costarricense. *Memorias de la XXXIX Conferencia Latinoamericana de Informática* (CLEI, 2013), Naiguatú, Venezuela, 7-11 octubre 2013. DOI: 10.1109/CLEI.2013.6670638
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11 (1), 7-31.
- Schon, D. (1963). *The displacement of concepts*. Tavistock, London.
- Shane, S.A. (1993). Cultural influences on national rates on innovation. *Journal of Business Venturing*, 8, 59-73.
- Shane, S. (1995). Uncertainty avoidance and the preference for innovation championing roles. *Journal of International Business Studies*, 26(1), 47-68.
- Shane, S. A., Venkataraman, S., y MacMillan, I. (1995). Cultural differences in innovation championing strategies. *Journal of Management*, 21(5), 931-952.
- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Trías de Bes, F., y Kotler, P. (2011). *Innovar para ganar: El modelo ABCDEF*. Barcelona, España: Ediciones Urano.
- UNCTAD. (2012). *Information Economy Report 2012. The Software Industry and Developing Countries*. Suiza: Publicación de las Naciones Unidas.
- Yin, R. (2009). *Case study research. Design and methods*. Thousand Oaks CA: Sage Publication.

Inovação aberta em setores regulados: um estudo do setor de energia do Brasil

Eduardo Baltar de Souza Leão

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Brasil
eduardo@grupoecofinance.com.br

Rogério Leite Gonzales

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Brasil
rogerio.gonzales@gmail.com

Aurora Carneiro Zen

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Brasil
aurora.zen@ufrgs.br

Resumo

As discussões das últimas duas décadas sobre o processo de inovação apontam para a uma mudança de paradigma, com o surgimento do conceito de inovação aberta (IA). Conceito tradicionalmente associados na literatura aos setores de alta tecnologia, este vêm sendo utilizados cada vez mais em diferentes setores econômicos, porém o setor elétrico ainda carece deste olhar. Devido ao seu caráter estratégico é um setor de alta regulação, com certa reserva de mercado e concentrado em poucas empresas detentoras de concessões. Fazendo uso da teoria institucional buscamos entender como o contexto regulatório afeta o desenvolvimento da IA no setor elétrico. Este artigo tem como objetivo analisar como o contexto regulatório afeta o desenvolvimento da IA no setor elétrico. Para isso, foi realizado um estudo de caso com duas das dez empresas que mais investiram em P&D no setor elétrico brasileiro nos últimos dez anos. De forma geral, os resultados indicam que as regulações têm contribuído para fomentar projetos de P&D. No entanto, o setor tem alta concentração de estudos teóricos de baixa conversão em lançamentos ao mercado. Realidade que está sendo desafiada por empresas multinacionais, que trazem expertise de mercados mais maduros para usufruir das políticas de incentivo do mercado nacional. O estudo é relevante pois reforça a importância dos instrumentos regulatórios para o fomento às políticas de inovação, assim como oportunidades de um setor em plena transformação.

Palavras-chave

Inovação aberta, P&D, Setor Elétrico, Perspectiva Institucional.

1. Introdução

Nas últimas duas décadas o paradigma da inovação aberta (IA) tem ganhado força e adesão no meio acadêmico e empresarial. As discussões sobre o processo de inovação reforçam uma necessidade de mudança de paradigma, passando de um modelo de inovação fechada, com desenvolvimento de produtos e serviços internamente apoiada em uma forte estrutura de P&D, para um modelo de IA, no qual as empresas podem e devem usar ideias externas da mesma forma que usam ideias internas e caminhos internos para o mercado à

medida que as empresas buscam aperfeiçoar sua tecnologia.

Embora os conceitos de IA sejam tradicionalmente associados na literatura aos setores de alta tecnologia (como tecnologia da informação e farmacêutico), eles podem e já vêm sendo utilizados em vários setores econômicos (H. W. Chesbrough, 2006; Gassmann, Enkel, & Chesbrough, 2010). Diversos estudos exploram os efeitos desses processos de IA em firmas de vários setores, portes e segmentos. Contudo, a revisão de literatura mostra que muitos poucos exploram o tema da IA em setores de P&D regulamentado, como é o caso do setor elétrico (Greco, Locatelli, & Lisi, 2017). Pesquisa bibliográfica em busca de artigos que relacionem o tema IA ao setor elétrico, nos últimos dez anos, possibilitaram a identificação de apenas dois artigos, confirmando o exposto por Greco et al (2017).

A oferta de energia mais descentralizada e ambientalmente sustentável; a necessidade de inovações em tecnologias e processos (como armazenamento de energia e tecnologias renováveis mais eficientes); a conectividade (uso de tecnologia peer-to-peer/blockchain; big data; smart grid/cities/homes) e o fortalecimento do consumidor que se torna menos dependente dos fornecedores tradicionais de energia são fenômenos que estão rompendo o paradigma do setor elétrico, levando a uma transformação da forma como as empresas se relacionam com os stakeholders (Greco et al., 2017; Ramos & Gondim, 2017).

O conhecimento e a tecnologia para responder a esses desafios demandam a presença e articulação com diversos stakeholders fora da firma, combinando o conhecimento interno com o disponível externamente. Uma das variáveis que influencia o desenvolvimento da IA em firmas do setor de energia é o alto envolvimento do Governo (Greco et al., 2017), através de políticas e incentivos para interação com diversos atores no desenvolvimento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Particularmente, no Brasil, o marco regulatório obriga um investimento mínimo anual das empresas de energia em P&D.

Nesse contexto, coloca-se a seguinte questão: como ocorre desenvolvimento de IA em um setor onde a atividade de Pesquisa & Desenvolvimento é altamente regulada? Este artigo tem como objetivo analisar como o contexto regulatório influencia o desenvolvimento da IA no setor elétrico. Para atender esse objetivo, foi desenvolvido estudo de caso com duas das dez empresas que mais investiram em P&D no setor elétrico nacional nos últimos dez anos, segundo ANEEL (2017). Com este trabalho, pretende-se contribuir para uso da lente institucional na difusão do paradigma da IA.

O artigo primeiramente apresenta o conceitos-chave da literatura sobre IA e da perspectiva institucional. Posteriormente, discorre sobre discussões da literatura sobre Pesquisa e Desenvolvimento no setor elétrico, particularizando também para o contexto brasileiro. O método é, em seguida, apresentado. Para posteriormente, os resultados serem discutidos.

Inovação aberta

A IA considera que as firmas podem inovar e criar valor através de três processos centrais: (i) de fora para dentro, aumentando o conhecimento da companhia através da integração de fornecedores, consumidores, academia e fontes externas; (ii) de dentro para fora, onde a firma gera lucros levando ao mercado ideias às quais ela não pretende explorar diretamente, através de comercialização ou licenciamento de propriedade intelectual, spin-offs, ou transferência de tecnologia para outras organizações; (III) de forma acoplada onde a firma combina os processos de fora para dentro e de dentro para fora para conjuntamente desenvolver e comercializar inovação (H. Chesbrough, 2012b; H. Chesbrough & Crowther, 2006; H. W. Chesbrough, 2006;

Enkel, Gassmann, & Chesbrough, 2009).

Segundo Chesbrough (2012), nenhuma empresa pode depender inteiramente de suas próprias ideias e restringir o uso de suas inovações a um único caminho até o mercado. IA envolve abrir os processos de inovação da empresa para muitos tipos de inputs e contribuições. As empresas podem encontrar conhecimento vital em clientes, fornecedores, universidades, laboratórios nacionais, consórcios, consultorias, e até mesmo em empresas start-ups. Descobrir maneiras de trabalhar com esses *stakeholders* no desenvolvimento do produto deve estar no cerne do processo de inovação. Faz-se necessário permitir que as ideias fluam para fora da organização e de fora para dentro no desenvolvimento de novas ofertas e modelos de negócios.

Esse aspecto da IA tem recebido grande atenção, tanto da academia, quanto das práticas industriais (H. Chesbrough, 2012a; Enkel et al., 2009). A inovação de dentro para fora requer que as organizações permitam que ideias não utilizadas ou subutilizadas fluam para fora da organização para uso de outros negócios. Esses projetos podem ser explorados através de licenciamento, spin-offs ou venda de propriedade intelectual. Essas ideias passam a ser vistas como oportunidades para o desenvolvimento de diferentes modelos de negócios, com a firma não se limitando ao mercado a que serve diretamente. Essa porção do modelo de IA é menos explorada na academia e nas práticas industriais (H. Chesbrough, 2012a; Enkel et al., 2009).

A IA implica que empresas devem ser vendedoras (quando a tecnologia não se enquadra em seu modelo de negócio) e compradoras (quando se enquadram em seu modelo de negócios) ativas de propriedade intelectual. Na maioria das empresas, estas patentes inutilizadas não são oferecidas ou licenciadas externamente. No modelo de IA, a propriedade intelectual cria valor diretamente ou via licenciamento ou outro mecanismo de dentro para fora.

Enkel et al. (2009) acrescentam ainda um terceiro processo de IA que seria o processo acoplado, onde a firma combina os processos de fora para dentro e de dentro para fora para conjuntamente desenvolver e comercializar inovação. de inovações de longo prazo da empresa, porque pode levar a perda de controle e competências-chave.

O futuro aponta para um balanceamento apropriado entre a abordagem de IA, onde a empresa usa todos os recursos e ferramentas disponíveis para criar produtos e serviços de maneira mais rápida que seu competidor e ao mesmo tempo fortalecer suas competências-chave e protege sua propriedade intelectual (Enkel et al., 2009; González, Galvão, de Falani, dos Santos Gonçalves, & da Silva, 2012).

Gassman et al (2010) observam que similarmente ao processo inicial de estruturação do processo de inovação nas empresas, a indústria está começando a profissionalizar seus processos internos para gerenciar IA mais efetivamente e eficientemente. Para esses autores, o processo atual ainda é de tentativa e erro.

O conhecimento criado dentro da organização não é suficiente para suportar todas as suas funções. Buscar conhecimento externo tornou-se imperativo. Talvez por esse motivo o conceito de IA ganhou força e aceitação na comunidade acadêmica e empresarial nos últimos 15 anos. Contudo, como ocorre desenvolvimento de IA em um setor onde a atividade de Pesquisa & Desenvolvimento é altamente regulada?

2. A perspectiva institucional

Sob a perspectiva institucional, o ambiente representa não somente a fonte e o destino de recursos materiais (tecnologia, pessoas, finanças, matéria-prima), mas também fonte e

destino de recursos simbólicos (reconhecimento social e legitimação). Isto é, o reconhecimento social e a legitimação representam requisitos básicos para a obtenção dos demais recursos, tornando preponderante a função do ambiente institucional para algumas organizações (Carvalho, Goulart, & Vieira, 2004).

Pode-se dizer que a perspectiva institucional busca a compreensão do porquê e do como as estruturas e processos organizacionais se legitimam, assim como suas consequências (Daniels, Johnson, & De Chernatony, 2002). A teoria institucional vê as organizações como tendo duas dimensões essenciais: a técnica e a institucional.

O ambiente técnico caracteriza-se pela troca de bens e serviços, enquanto o ambiente institucional conduz o estabelecimento e a difusão de normas de atuação, necessárias ao alcance da legitimidade organizacional. Deste modo, organizações submetidas a pressões do ambiente técnico e do ambiente institucional são avaliadas, respectivamente, pela eficiência e pela adequação às exigências sociais. (Machado-da-Silva, Fonseca, & Fernandes, 1999, p. 10).

Existem distintas escolas de pensamento dentro da perspectiva institucional (Scott, 1987). O isomorfismo é muito usado na literatura institucional para explicar a aproximação entre as características organizacionais e ambientais (P. J. DiMaggio & Powell, 1983). O isomorfismo propõe que as organizações reagem de forma similar a outras organizações que estejam melhor adaptadas ao ambiente. As organizações adotam essa postura isomórfica com relação às organizações líderes no seu ambiente pois não conseguem sozinhas resolver seus desafios. Passam, portanto, a espelhar as práticas do mercado com o objetivo de diminuir a lacuna entre as práticas das diferentes organizações, pautando seu funcionamento em regras socialmente aceitas (Machado- da-Silva & Fonseca, 1993).

DiMaggio e Powell (1983) definem o isomorfismo institucional como um processo de burocratização que aprisiona as organizações. Os autores apontam três mecanismos de isomorfismo institucional: a) coercivo; b) mimético; e, c) normativo.

Sobre o isomorfismo coercivo, Meyer e Rowan (1977) apontam que em alguns casos a mudança organizacional é diretamente relacionada a legislação. As organizações adotam formatos institucionalizados e legitimados pelo Estado e por, em certos casos, expectativas culturais fortes o bastante para impor certo grau de uniformização.

Há também o isomorfismo mimético, que se caracteriza pela imitação de outras organizações em ambientes de incerteza e ambiguidade. Rosseto e Rosseto (2005) apontam que quanto maior a organização, seu número de empregados e consumidores, maior a pressão para fornecer programas e serviços oferecidos por seus concorrentes.

O terceiro mecanismo de mudança isomórfica institucional deriva principalmente da profissionalização (P. DiMaggio & Powell, 1983). Ao mesmo tempo que os profissionais estão suscetíveis às pressões mimética e normativa em seu campo de atuação, diminuindo a originalidade de práticas, a grande rotatividade de profissionais entre empresas, assim como a educação formal e as redes de profissionais faz com que haja uma regulação e normatização de práticas nas organizações (P. DiMaggio & Powell, 1983).

3. P&d no setor elétrico e a inovação aberta (ia)

Existem diversos estudos explorando os efeitos da IA em firmas de vários portes e segmentos. Contudo, segundo Grecco et al. (2017), muitos poucos estudos exploram o tema de IA no setor elétrico.

Tanto Chesbrough (2006) quanto Gassman et al. (2010) ressaltam que embora os conceitos de IA sejam tradicionalmente associados na literatura aos setores de alta tecnologia, eles podem e já vêm sendo utilizados em diversos outros setores econômicos, como o setor de energia.

De acordo com Grecco et al. (2017), a inovação tecnológica nas firmas do setor de energia é principalmente desenvolvida em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) interno. As firmas típicas do setor de energia têm centros de pesquisa com equipe dedicada às atividades de P&D. Para esse autor, as fontes externas de conhecimento, como universidades e instituições de pesquisa, são acessadas de maneira suplementar para preencher demandas específicas.

Greco et al. (2017) afirmam que poucos artigos descrevem a implementação do paradigma de IA no setor elétrico. Em pesquisa realizada nas plataformas Web of Science e Scopus, utilizando as palavras chave “Open Innovation” and “Energy” e “Open Innovation” and “Electricity” e “Open Innovation” and “Power” no título e buscando os últimos dez anos, apenas dois artigos foram identificados, confirmando o exposto por Greco *et al* (2017).

O artigo de Greco et al. (2017) busca entender os motivadores que encorajam uma firma do setor de energia a adotar o paradigma de IA. São identificadas cinco variáveis influenciando diretamente a IA em firmas do setor de energia:

- O envolvimento do Governo com políticas e incentivos apropriados pode encorajar a adoção do paradigma de IA através de políticas apropriadas.
- O envolvimento da Universidade, com agregação de conhecimento, geração de ideias e pesquisas, fornecimento de pessoas capacitadas e suporte para teste de protótipos.
- O envolvimento dos consumidores e fornecedores, proporcionando experiência de participação e satisfazendo as suas expectativas.
- A atitude da empresa em relação ao desenvolvimento de novos produtos ou serviços é outro fator que influencia sua propensão a adoção do conceito de IA. Os autores identificam que firmas envolvidas em projetos inovadores radicais tem mais probabilidade de adotar conceitos de IA que firmas focadas em inovações incrementais.
- A capacidade absorptiva das firmas do setor é outro fator direcionador à adoção do paradigma de IA. A capacidade absorptiva das firmas é influenciada pela resistência a ideias externas; ao P&D interno e ao *networking* da organização.

Greco et al. (2017) afirmam que as firmas do setor de energia geralmente preferem inovações incrementais com menos riscos e custos de desenvolvimento e que práticas de IA podem trazer mudanças radicais em seus mercados e podem ser úteis para compartilhar os riscos e custos da inovação.

Esse cenário se torna desafiador uma vez que o setor elétrico global está exposto a uma série de pressões por mudanças tecnológicas, como (i) a oferta descentralizada e ambientalmente sustentável de energia; (ii) o fortalecimento do consumidor que se torna menos dependente das concessionárias tradicionais, podendo, gerar energia e inclusive comercializá-la (*prosumers*); (iii) a conectividade (*smart grids*) na gestão das cidades e residências e (iv) a necessidade de inovação em tecnologia e processos que possibilitem, por exemplo, a evolução da capacidade de armazenagem de energia e o surgimento de novos modelos de negócios (Ramos & Gondim, 2017).

A abertura a novas ideias e a integração com os diversos stakeholders torna-se uma

condição fundamental para que as firmas possam desenvolver conhecimento e tecnologia que respondam a esses desafios de forma célere e eficiente (Barros, Claro, & Chaddad, 2009).

3.1. *P&D no setor elétrico brasileiro*

O Brasil tem adotado em determinados setores, segundo Barros et al (2009), um modelo pautado na indução de investimentos em pesquisa & desenvolvimento (P&D), através de políticas públicas que determinam valores mínimos para tais investimentos. Esse é o caso do setor elétrico.

A Lei Federal 9.991/2000 estabeleceu o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico do Brasil, implantado e gerenciado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Este programa tem sido a principal fonte de financiamento para P&D no setor no país. Os investimentos realizados entre 2008 e 2016 contabilizaram cerca de 3 bilhões de reais (ANEEL, 2017).

Esta Lei estabelece que as concessionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar, anualmente, no mínimo 0,75% da Receita Operacional Líquida (ROL) em P&D do setor elétrico e 0,25% em eficiência energética no uso final. Já as concessionárias de geração de energia e transmissão no mínimo 1% da ROL em P&D anualmente.

Segundo ANEEL (2017), os projetos de P&D são aqueles destinados à capacitação e ao desenvolvimento tecnológico das empresas de energia, visando à geração de novos processos ou produtos, ou o aprimoramento de suas características. Devem ser gerenciados pela empresa, por meio de uma estrutura própria. Todo projeto deve ser, preferencialmente, direcionado para subtemas prioritários definidos pela agência, sendo avaliado conforme os critérios de originalidade; aplicabilidade; relevância e razoabilidade de custos.

É importante afirmar que as estratégias de inovação das organizações atuantes no setor não são restritas ao programa formal de P&D do setor elétrico e são cada vez mais necessárias a um setor que tem previsão de investimento de R\$ 1,4 trilhões no período 2017–2026 para atender ao crescimento de demanda energética anual de 1,9% até 2026, (MME;EPE, 2017).

4. Método

A aplicação dos conceitos de IA está em estágio inicial no setor elétrico. Dessa forma, desenvolveu-se um estudo exploratório através do método de estudo de caso, focado em gerar elementos que possam aprimorar ideias e reflexões sobre um determinado fenômeno. Foram escolhidas, dentre as 10 empresas que mais investem em P&D do setor elétrico brasileiro, duas organizações.

A empresa A é uma multinacional, sendo atualmente, a maior empresa privada do setor elétrico brasileiro. É uma das líderes do mercado nacional no desenvolvimento de fontes renováveis de energia. Atuam em geração, distribuição, transmissão e comercialização de energia. Na área de distribuição, atende 4 estados, alcançando 17 milhões de clientes. Na geração, é líder em energia solar e estão entre os maiores players eólicos do mercado brasileiro.

A empresa B é uma *holding* que atua nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia. Conta com duas subsidiárias integrais, uma de geração de energia e outra de distribuição de energia. O capital social da Empresa B é 30,7% controlado por empresas estatais e o restante capital privado. Sua área de distribuição atende a 257 municípios e 2,6

milhões de unidades consumidoras. A empresa de geração de energia possui doze Usinas Hidrelétricas com potência total instalada de 81,15MW.

Os dados foram coletados por meio de documentos e entrevistas. Na empresa A, foram entrevistados o diretor de inovação, com participação de quatro coordenadores regionais. Da empresa B foi entrevistado o gerente da área de P&D. As entrevistas foram desenvolvidas via Skype com um roteiro semiestruturado. As entrevistas foram gravadas e transcritas e duraram aproximadamente uma hora cada.

Tabela 1 – Perfil dos entrevistados

Empresa	Função do Entrevistado	Código do Entrevistado
Empresa A	Diretor de Inovação	Entrevistado A1
Empresa A	Coordenador Regional	Entrevistado A2
Empresa A	Coordenador Regional	Entrevistado A3
Empresa A	Coordenador Regional	Entrevistado A4
Empresa A	Coordenador Regional	Entrevistado A5
Empresa B	Gerente da área de P&D	Entrevistado B

Após a transcrição e a organização das diferentes fontes, os dados foram analisados com base na técnica análise de conteúdo. Foram definidas as seguintes dimensões de análise: Departamento de P&D, Inovação de fora para dentro, Inovação de dentro para fora, Força institucional regulatória favorece a IA, Envolvimento da academia no processo de inovação, Envolvimento de clientes e fornecedores no processo de inovação, Atitude positiva da firma para desenvolvimento de IA e Capacidade absorptiva da firma favorece IA.

5. Resultados

A empresa A organiza suas iniciativas de inovação de forma “matricial” e por linhas de negócio. Classifica como “ferramentas de inovação” as iniciativas de programas de incentivo a inovação; intraempreendedorismo; startups; e projetos de P&D. Já os planos estratégicos de incorporação de tecnologia são descentralizados. Pela característica multinacional da organização, as iniciativas de inovação como a estrutura para execução fazem parte de uma estratégia global de inovação.

As atividades de inovação da empresa B são coordenadas por duas estruturas. A Divisão de P&D e Eficiência Energética possui 10 funcionários e tem como objetivo a execução e gerenciamento dos contratos vinculados aos programas de P&D ANEEL. A segunda estrutura é o Comitê Gestor da Inovação, um grupo multidisciplinar que tem como objetivo incentivar que todas as áreas da empresa contribuam com o processo de inovação e eficiência operacional da organização.

Foi ressaltado por ambas empresas que a **força institucional regulatória** do Programa P&D ANEEL é um motivador para essa conexão com o ambiente externo, corroborando uma das forças ressaltadas por Greco et al. (2017). Embora, tenha sido destacado pelos entrevistados de ambas empresas que as regras estabelecidas pelo órgão regulador restrinjam a criatividade e inovação e que agreguem riscos ao empreendedor.

A empresa A entende o marco regulatório da ANEEL como uma oportunidade para

desenvolver projetos que cheguem ao mercado. Contudo, o entrevistado da empresa A entende que haja um desequilíbrio na forma como os investimentos do setor elétrico acontecem: “... apesar de a gente ter uma quantidade investimento no setor elétrico, 500 milhões de reais por ano para todas as concessionárias, (...) 83% desses recursos são destinados à pesquisa acadêmica. Eu acho esse número desequilibrado” (Entrevistado A1).

Os entrevistados da organização A ressaltam que a obrigatoriedade de investimento em P&D é um impulsionador de projetos no país e que há toda uma estruturação em curso do ambiente de inovação brasileiro que pode favorecer a organização, como: estruturas de incubação e aceleração de projetos; desenvolvimento de Hubs de inovação e parcerias com instituições para atração de startups e aquisição de startups. Essa estratégia está alinhada com as diretrizes internacionais da empresa.

A empresa B percebe o programa de P&D ANEEL como o principal fomentador de novas ideias dentro da companhia. A necessidade de investir em projetos de P&D cria na empresa uma necessidade, mesmo que obrigatória, de se gerar novas ideias e produtos. Por esse motivo, o entrevistado acredita que o Programa de P&D ANEEL impacta positivamente no desenvolvimento das inovações.

Levando em consideração os processos de IA, foi verificado que tanto a empresa A quanto a B interagem com diversos atores para receber inputs e contribuições de fontes de conhecimento externo, como fornecedores, consumidores e universidades. O processo de IA de fora para dentro como ressaltado por Enkel et al. (2009) e Chesbrough (2012) está presente nos conceitos e práticas de inovação das organizações.

A empresa A vem desenvolvendo parcerias com centros de pesquisa e indústrias para viabilizar a produção de soluções ao mercado de forma efetiva. Há uma crítica sobre o modelo adotado pelo setor no desenvolvimento de suas pesquisas. Com “caráter majoritariamente acadêmico e pouco empreendedor dos envolvidos, acaba-se patenteando soluções pouco aplicadas e logo inicia-se nova pesquisa sem o desenvolvimento pleno da tecnologia pesquisada”.

Para evitar esse problema, a empresa A utiliza duas estratégias: a) chamada; b) prospecção ativa. A chamada é usada para pesquisa específica de um tema de interesse da empresa. Já a prospecção ativa faz uso dos hubs de inovação e da aproximação de parques tecnológicos e ecossistemas de startups, para identificar soluções com potencial de mercado que sejam também aderentes ao negócio. “A empresa cria uma triangulação entre *startup*, indústria e o mercado, apontando as demandas e necessidades do mercado para a *startup* e intermediando a produção com o parceiro industrial, viabilizando a produção com escala e preço necessários para que o produto seja um sucesso”.

Já a empresa B reporta que faz contratos com Instituições de Pesquisa e consultorias para prestação de serviços de fomento à inovação. Além disso, se relaciona com diversas “empresas privadas e instituições”.

A empresa B reporta que essa relação ocorre e se inicia de maneira institucional, no âmbito do Programa de P&D ANEEL. Os projetos de P&D são selecionados via chamada pública. Periodicamente a empresa publica editais para seleção de projetos onde são divulgados os seus temas de interesse. Com base nesse edital, os institutos de pesquisa apresentam suas propostas de projetos, e esses passam por uma avaliação de uma comissão de avaliação de projetos para contratação e execução.

O processo de inovação de dentro para fora e o processo acoplado (Enkel et al., 2009) inexistem na empresa B. É importante notar também que, apesar da companhia ter clara a definição de que é necessário que as invenções sejam levadas a mercado, a organização possui

cerca de 20 patentes e nenhuma foi comercializada. Demonstrando que a prática da organização se distancia um pouco de seu discurso e entendimento do conceito de inovação. Na empresa A, foi reportado que quando o produto ou solução desenvolvida tem potencial de mercado, porém não faz parte do modelo de negócio empresas do grupo, busca-se explorar o licenciamento destes ativos como forma de retorno do investimento.

Uma crítica da empresa ao modelo da ANEEL é a impossibilidade de fazer uso dos recursos da ANEEL para investimento em compra de participação em startups (*equity*) como forma de investimento em P&D. Sob sua ótica a regulamentação inibe esse tipo de investimento, pois tem uma lógica mais voltada para o desenvolvimento do conhecimento e não em colocar soluções completas para o mercado.

Analisando as respostas encontradas na entrevista, dentre as cinco forças elencadas por Greco et al. (2017) como motivadoras à adoção do paradigma de IA, pode-se afirmar que o envolvimento do Governo através das exigências regulatórias motiva a organização não só ao desenvolvimento de projetos de P&D, como também proporciona uma maior abertura ao relacionamento com os atores, como a universidades, fornecedores e clientes.

De um lado, ainda há organizações onde a gestão de inovação parece muito focada em atender as exigências do órgão regulador e não gerar vantagem competitiva e produtos e serviços de alto valor através de seus processos de inovação. Esse comportamento, como apontado pela empresa A é um padrão do mercado. Tudo indica um comportamento isomórfico relacionado ao tratamento dos recursos destinados à P&D (P. DiMaggio & Powell, 1983). Por outro lado, pode-se identificar o início de uma ruptura no modo como a pesquisa de P&D no setor elétrico vem ocorrendo no país, com a influência de organizações multinacionais que atuam em mercados de energia mais maduros nos países desenvolvidos, trazendo seus aprendizados para o Brasil, onde o mercado é ainda muito protegido e incipiente no que tange a utilização de novas tecnologias.

Os resultados dos projetos de P&D destacados pelas organizações mostram que a maior parte dos recursos de P&D são direcionados para inovações incrementais. Dessa forma, parecem corroborar mais uma vez com o ressaltado por Greco et al. (2017), que afirma que as firmas do setor geralmente preferem inovações incrementais de processo com menos riscos e custos de desenvolvimento a práticas de IO. A tabela 1 resume os principais resultados encontrados na análise dos dados:

Tabela 1 - Resumo dos resultados por empresa

Elementos de Análise	Empre sa A	Evidência de Entrevista	Empresa B	Evidência de Entrevista	Referências
Departamento de P&D	Sim	“As ferramentas de inovação que são culturas de inovação, programas de incentivo a uma estrutura matricial.”	Sim	“a Divisão de P&D e Eficiência Energética é uma área com 10 funcionários que tem como objetivo a execução e gerenciamento dos contratos vinculados ao P&D ANEEL.”.	Greco et al. (2017)

Inovação dentro	Sim	<p>“uma das formas que a gente faz é através de chamadas e outra de prospecção ativa fazendo uso dos hubs de inovação que a gente cria, aproximando-se de parques tecnológicos, ecossistemas de startups, associações de pesquisa aplicada, agências de fomento à Startup, centro de aplicação de Tecnologia. (...) Portanto quando temos objetivo de comercializar algum produto desenvolvido nós buscamos parceiros em uma triangulação para viabilizar a produção (...)”</p>	Sim	<p>“Os projetos de P&D são selecionados via chamada pública. Periodicamente a empresa pública editais para seleção de projetos onde são divulgados os temas de interesse da empresa. Com base nesse edital, os institutos de pesquisa apresentam suas propostas de projetos, e esses passam por uma avaliação de uma comissão de avaliação de projetos.”</p>	Enkel et al. (2009); Chesbrough (2006; 2011; 2012)
Inovação	Sim	<p>“Esse programa é pioneiro e bastante referenciado no mercado (...) um programa de Startup. Nele, todos colaboradores escrevem propósitos de modelo de negócio a partir da experiência, de formação do trabalho e da visão do mercado.</p>	Não	Não foi citado.	Enkel et al. (2009); Chesbrough (2006; 2011; 2012)
Elementos de Análise	Empresa A	Evidência de Entrevista	Empresa B	Evidência de Entrevista	Referências
		Então já tivemos mais de 150 propostas (...) os colaboradores tem 18 meses para fazerem as Startup sair do Papel. (...) Nós já temos, por exemplo, o caso de uma			

		primeira spinoff (...) que virou startup e hoje ela está aí no mercado, tentando crescer.”			
Força institucional regulatória favorece a IA	Sim	“ (...) Apesar das regras da ANEEL terem algum tipo de burocratização, vemos a oportunidade de usar esse recurso no Brasil como possibilidade de alavancar inovações com essa fonte de recursos que já está disponível. (...) Contudo, o interesse no desenvolvimento tecnológico e investimento prescinde o recurso ANEEL. Nós temos carteira local e global de investimentos e projetos e vamos buscando a melhor fonte de aplicação destes recursos. O recurso ANEEL tem que ser aperfeiçoado na minha ótica para conseguir realizar o investimento mais direto, por exemplo fazendo investimento em equity nas soluções”	Sim	“O programa de P&D ANEEL é o principal fomentador de novas ideias dentro da companhia”	Preco et al. (2017)
Envolvimento da academia no processo de inovação	Sim	“Não somos indústria no sentido de fábrica de produção. Então todo esforço feito com o recurso de P&D são recursos de IA, seja ela universidade, centros de	Sim. Apenas nos projetos de P&D ANEEL.	“Para os programas de P&D a Celesc faz contratos com instituições de Pesquisa. Da mesma forma como contrata consultorias para prestação de serviços de fomento a inovação.”	Preco et al. (2017)
Elementos de	Empresa	Evidência de	Empresa	Evidência de Entrevista	Referências

Análise	A	Entrevista	B		
Envolvimento de clientes e fornecedores no processo de inovação	Sim. Os clientes normalmente participam dos projetos como parceiros.	pesquisa ou empresas desenvolvedoras de solução”.	Foi citado o envolvimento de fornecedores.	A empresa citou os fornecedores “Fundação Certi, LacTec, Daimon, T-COTA, Enertrade, Vero Domino, Eldorado, Instituto Evaldo Lodi – IEL, Inerge” como organizações que participam do desenvolvimento de Projetos de P&D da organização.	Preco et al. (2017)
Atitude positiva da firma para desenvolvimento de IA	Sim, mas ainda incipiente.		Não.	A empresa ainda é muito focada nas demandas regulatórias de P&D. Mesmo o Comitê Gestor da Inovação ainda é fechado, conforme trecho a seguir: “a empresa possui um Grupo de Trabalho chamado Comitê Gestor da Inovação, que tem como objetivo incentivar o desenvolvimento de novas ideias, processos e produtos dentro da companhia.”	Preco et al. (2017)
Capacidade absorptiva da firma favorece IA	Sim (em fase de consolidação)	“Sempre buscamos modelos que visam o mercado, e não apenas a Enel.” “Para nos manter atualizados nós precisamos incorporar novas tecnologias tanto para ganho de performance na nossa operação compra para criação de novo valor de mercado.”	Não.	“a organização é detentora de cerca de 20 patentes. Contudo, nenhuma dessas desenvolvimentos, tanto dos produtos gerados pelo P&D ANEEL quanto por ideias e ações internas.”	Preco et al. (2017)

6. Considerações finais

O setor elétrico global passa por transformações e mudanças tecnológicas que desafiam as firmas a repensar o seu processo de desenvolvimento de novos produtos e serviços, bem como o relacionamento com os seus *stakeholders*. A necessidade de articular seu conhecimento interno com o disponível no ambiente externo se torna imperativa e, nesse contexto, os conceitos de IA emergem como importantes para a mudança do paradigma tradicional.

A presente pesquisa traz evidências de que a força institucional regulatória, na figura de exigências de investimentos mínimos em P&D, favorece o desenvolvimento do processo de inovação de fora para dentro no setor elétrico, motivando o relacionamento das firmas com universidades, fornecedores, clientes e até concorrentes em busca de inovações. Contudo, o entendimento desse investimento como ferramenta estratégica para comercialização de novas tecnologias, modelos e inovações no mercado ainda não parece consolidado nas empresas do setor. A experiência de empresas multinacionais com o tema em países de economia madura favorece a presença dessa visão. Entretanto, nos casos analisados, as inovações ainda parecem incrementais e não disruptivas.

O processo de inovação de dentro para fora parece esquecido pelo órgão regulador. Por consequência, pouco desenvolvido em empresas que dedicam apenas os recursos mínimos exigidos no processo de P&D. Na empresa de capital multinacional, algumas práticas já puderam ser observadas e são apontadas como objetivo a ser alcançado no curto prazo. Na empresa de capital estatal, esse processo não foi relatado.

Sugere-se que o órgão regulador avalie tornar possível o uso dos recursos de P&D para a aquisição de startups. Esta prática pode acelerar o desenvolvimento de novos produtos, processos e negócios, favorecendo às organizações do o setor elétrico. Além disso, o órgão regulador deve motivar as práticas de IA no setor, promovendo inclusive projetos estratégicos de cooperação entre os diversos atores para o desenvolvimento de soluções aos desafios do setor.

Esse estudo baseou-se em dois estudos de caso e não conseguiu abranger entrevistas com diversos *stakeholders*, o que configura uma de suas limitações. Um estudo quantitativo possibilitaria uma melhor compreensão do fenômeno e uma visão setorial mais abrangente sobre o desenvolvimento do paradigma da IA.

Como possibilidade de estudos futuros, pode-se avaliar as dificuldades para adesão à lógica de IA e se há diferenças entre as realidades das empresas privadas e estatais, uma vez que seus processos, estrutura de governança e societária e liberdade de gestão podem dificultar ou facilitar a adesão aos modelos mais flexíveis de inovação, especialmente processos de *spin-off*, incubação e *equity* em *startups*.

7. Referências

- ANEEL. (2017). Revista de P&D, (7ª Edição, ISSN 1981-9803), 120.
- Barros, H. M., Claro, D. P., & Chaddad, F. R. (2009). Políticas para a inovação no Brasil: efeitos sobre os setores de energia elétrica e de bens de informática. *Revista de Administração Pública*, 43(6), 1459–1486. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122009000600011>
- Carvalho, C. A., Goulart, S., & Vieira, M. M. F. (2004). A inflexão conservadora na trajetória histórica da teoria institucional. *ENCONTRO ANUAL DA ANPAD*, 28.
- Chesbrough, H. (2012a). *Como criar e lucrar com a tecnologia*.

- Chesbrough, H. (2012b). GE's ecomagination challenge: an experiment in open innovation. *California Management Review*, 54(3), 140–154.
- Chesbrough, H., & Crowther, A. K. (2006). Beyond high tech: early adopters of open innovation in other industries. *R&d Management*, 36(3), 229–236.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Daniels, K., Johnson, G., & De Chernatony, L. (2002). Task and Institutional Influences on Managers' Mental Models of Competition. *Organization Studies*, 23(1), 31–62. <https://doi.org/10.1177/0170840602231002>
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited : Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields Author (s): Paul J . DiMaggio and Walter W . Powell Source : American Sociological Review , Vol . 48 , No . 2 (Apr . , 1983), pp . 147-160 Published. *American Sociological Review*, 48(2), 147–160.
- DiMaggio, P., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Collective rationality and institutional isomorphism in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147–160.
- Enkel, E., Gassmann, O., & Chesbrough, H. (2009). Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&d Management*, 39(4), 311–316. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00570.x>
- Gassmann, O., Enkel, E., & Chesbrough, H. (2010). The future of open innovation. *R&d Management*, 40(3), 213– 221.
- González, M. O. A., Galvão, M. S., de Falani, S. Y. A., dos Santos Gonçalves, J., & da Silva, L. T. S. (2012). Open innovation practices in the development of wind energy supply chain: an exploratory analysis of the literature. *Product: Management & Development*, 10, 104–111.
- Greco, M., Locatelli, G., & Lisi, S. (2017). Open innovation in the power & energy sector: Bringing together government policies, companies' interests, and academic essence. *Energy Policy*, 104(November 2016), 316– 324. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.049>
- Machado-da-Silva, C. L., & Fonseca, V. S. da. (1993). Homogeneização e diversidade organizacional: uma visão integrativa. *XVII ENCONTRO ANUAL DA ANPAD (1993: Salvador)*. *Anais... Salvador: ANPAD*, 9, 147–159.
- Machado-da-Silva, C. L., Fonseca, V. S. da, & Fernandes, B. H. R. (1999). Um Modelo E Quatro Ilustrações: Em Análise a Mudança Nas Organizações, 1–15.
- Meyer, J. W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340–363. <https://doi.org/10.1086/226550>
- MME/EPE. (2017). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2026*. MME/EPE-Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética, Brasília.
- Ramos, A., & Gondim, C. E. (2017). Os desafios do setor elétrico brasileiro. *PWC*.
- Rossetto, C. R., & Rossetto, A. M. (2005). Teoria institucional e dependência de recursos na adaptação organizacional: uma visão complementar. *RAE Eletrônica*, 4(1). <https://doi.org/10.1590/S1676-56482005000100010>
- Scott, W. R. (1987). The adolescence of institutional theory. *Administrative Science Quarterly*, 493–511.

Gestión de la innovación: una apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo del departamento de la guajira

Yoleida Vega Mendoza
Universidad de La Guajira, Departamento La Guajira, Colombia
yvega@uniguajira.edu.co

Lisseth Paola Castañeda Vega
Universidad de La Guajira, Departamento La Guajira, Colombia
lcastanedav@uniguajira.edu.co

Resumen

La gestión de la innovación, permite la optimización de los recursos tecnológicos disponibles en las empresas, de forma más eficiente y eficaz, a su vez genera un impacto en el desarrollo económico en el contexto empresarial y específicamente en el sector turismo del departamento de La Guajira. Así mismo, el emprendimiento creativo es una estrategia que hace parte del ecosistema de innovación, el cual coadyuva a la búsqueda de oportunidades orientadas a la generación de valor agregado a los productos y servicios ofertados. En este sentido, la OCDE, define la innovación como “la implementación de un nuevo o significativamente mejorado producto, proceso, un nuevo método de marketing o un nuevo método organizacional puesto en práctica en la empresa”. (OCDE, 2005). En este orden de ideas, la presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la gestión de la innovación como una apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo del departamento de La Guajira, con el fin de generar alternativas empresariales emprendedoras y creativas, que fortalezcan el portafolio de servicios y de esta manera estar a la vanguardia de los diferentes avances y tendencias tecnológicas aplicadas al sector turismo. En cuanto a la metodología, se desarrolló de acuerdo al alcance de la investigación; la cual se enmarca en el enfoque mixto, con diseño no experimental de campo, estableciendo como técnica de recolección de información la encuesta, para ello se diseñó un instrumento de recolección de datos, tipo escala de Likert, validado en su contenido por tres (3) expertos en el área. Como principal conclusión se logró identificar en los hallazgos que la gestión de la innovación permite a los gerentes de las empresas del sector turismo estrategias para fortalecer el emprendimiento creativo innovador.

Palabras clave

Gestión de la innovación, Emprendimiento, turismo

1. Introducción

La innovación, según el Manual de Oslo, (2005), publicado por la OCDE, es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto, bien o servicio, de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Por lo tanto, a la hora de desarrollar una estrategia, las empresas tienen a su disposición distintos tipos de innovación, entre ellas la innovación de productos, de procesos, de marketing o un nuevo método organizacional puesto en práctica en las empresas.

En este sentido, según la Ley 1014 del 26 de enero de 2006, la cual busca promover una

cultura de emprendimiento en el territorio nacional, se define el emprendimiento como: “Una manera de pensar y actuar, orientada hacia la creación de riqueza. Es una forma de pensar, razonar y actuar centrada en las oportunidades, planteada con visión global y llevada a cabo mediante un liderazgo equilibrado y la gestión de un riesgo calculado; su resultado es la creación de valor que beneficia a la empresa, la economía y la sociedad”.

Desde esta perspectiva, existen otras definiciones de emprendimiento creativo, expuesto en la guía de aprendizaje FOMIN sobre emprendimientos dinámicos: es “Aquél nuevo o reciente proyecto empresarial que tiene un potencial realizable de crecimiento gracias a una ventaja competitiva”. Así mismo, según el Banco de Interamericano de Desarrollo (BID), el emprendimiento se vincula con el concepto de innovación, por lo tanto se considera que “son aquellos que crecen, de manera rentable, rápida y sostenidamente, que son capaces de reinvertir y de lograr un nivel de ventas bastante significativo.

En este orden de ideas, el presente artículo se encuentra estructurado siguiendo los lineamientos establecidos para tal fin, de la siguiente manera: en la sección 2 se establece la metodología utilizada en el desarrollo de la investigación; en la sección 3 se presenta el desarrollo de los contenido teóricos que soportan la presente investigación, a partir de la revisión de la literatura especializada, en la sección 4 se relacionan los resultados según los principales hallazgos encontrados y en la sección 5 se hace el análisis y discusión y finalmente se presentan las respectivas conclusiones de acuerdo a los objetivos propuestos en el presente estudio.

2. Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó en primera instancia una revisión de la literatura especializada, a través de una ecuación de búsqueda, sobre los referentes teóricos, relacionados con la gestión de la innovación y el emprendimiento creativo, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos, para lograr los objetivos propuestos en esta investigación.

En este sentido, la presente investigación fue considerada de tipo descriptivo, debido a que permitió observar, analizar y describir la gestión de la innovación, como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo del departamento de La Guajira, sin influir de manera directa en ellas. Así mismo, la modalidad empleada para la recolección de la información fue de campo, dado que los datos necesarios para la recolección de la misma fueron obtenidos directamente de los sujetos del sector turismo en el departamento de La Guajira.

Para ello, fue necesario diseñar un instrumento con preguntas tipo escala Likert, para dar respuesta al objeto de estudio, el cual obtuvo una fiabilidad de 0,92, el cual fue aplicado de manera directa en las empresas vinculadas al desarrollo de la actividad turística en La Guajira. En relación a la población, de acuerdo con Hernández, Fernández y Batista (2014), señalan que esta representa el universo de la investigación, a partir del cual se generalizan los resultados, permitiendo diferenciar las características específicas que permiten distinguir y agrupar a sujetos en estratos similares. En este sentido, la población objeto de estudio para esta investigación, es considerada como una población finita, conformada por un total de 60 de personas. Para el análisis de resultados se utilizó las frecuencias absolutas y frecuencia relativa.

3. Desarrollo

A continuación se presentan los conceptos y teorías relacionados con la Gestión de la innovación y emprendimiento creativo.

3.1. *Gestión de Innovación*

Según el Manual de Oslo (2005), define La Innovación como, " La introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las practicas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores". Esta amplia definición engloba una considerable gama de posibles innovaciones. Una introducción de uno o más tipos de innovaciones, por ejemplo, innovaciones de productos y de proceso.

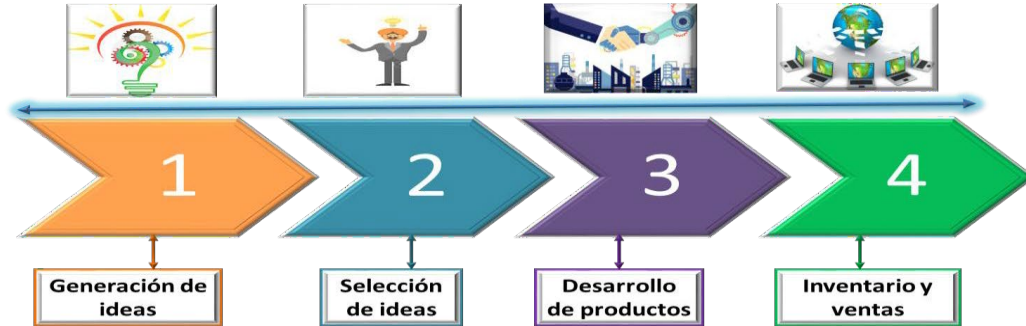
En este sentido, según las normas UNE 166002, (2014), la gestión de la innovación promueve a que las empresas mejoren sus capacidades y nivel de desempeño. Promueve los aspectos innovadores, ayuda a sistematizar actividades mejorando su eficiencia y eficacia, así como también a comprender las necesidades del mercado como motores de innovación para incrementar y optimizar la colaboración para generar valor de sus activos intangibles.

Desde esta perspectiva, es oportuno precisar que la gestión de la innovación, está ligada la capacidad de operar sobre dimensiones clave de distintos sistemas y procesos, modificando sus estados y sus rumbos. Albornoz & Fernández Polcuch, (1997).

Con base a lo anterior, se puede considerar que la gestión de la innovación, de acuerdo con Lundvall, (2010), se entiende desde dos puntos de vistas importantes como son, el área disciplinaria que tiene como objeto el estudio de estrategias, condiciones y sistemas de manejo de recursos y oportunidades que permitan estimular la creatividad en las organizaciones y vincularla con el entorno y en segundo lugar se refiere a la serie de actividades realizadas por un gestor o equipo de gestores especializados, que permitirán la transformación de ideas en innovaciones, buscando la satisfacción en cada participante.

De esta manera, la gestión de la innovación como proceso, está orientada a la creación y comercialización de conocimiento. Tidd, Bessant, & Pavitt, (2001). En este sentido, la creatividad juega un papel fundamental, dado que la necesidad de implementar y comercializar las ideas hace de la gestión de la innovación un proceso que consta de diferentes fases en las que se precisará un coctel diferente de habilidad e inputs. Oke, Munshi, & Walumbwa, (2009), como se puede observar en la figura 1.

Figura 1: Proceso para fomentar el emprendimiento desde la gestión de innovación



Fuente: Elaboración propia 2019

Como se puede observar, la generación y selección de ideas creativas es de vital importancia para el desarrollo de productos nuevos o mejorados, para garantizar la existencia del inventario de ventas en la organización, para que el producto final llegue a comercializarse a tiempo y con éxito (Oke, Munshi, & Walumbwa, 2009).

3.1.1. *Sistemas de Gestión de la Innovación*

Según las normas UNE 166002, los sistemas de gestión de innovación, deben desarrollar la estrategia de la innovación, teniendo en cuenta los tres ejes de la innovación, como son: mercados, tecnologías y clientes. Así mismo, asegurar los resultados al esfuerzo, para una innovación potente y sólida a partir de los siguientes criterios:

- **Inventariar:** En el marco del “sistema de gestión de la innovación” se deben inventariar los conocimientos de las capacidades tecnológicas.
- **Vigilar:** Alerta sobre la evolución de la nueva tecnología. Implica vigilancia tecnológica de los competidores (benchmarking tecnológico)
- **Evaluar:** Determinar la competitividad y el propio potencial tecnológico siguiendo la estrategia establecida.
- **Optimizar:** Utilizar los recursos de la mejor forma posible, gracias a la planificación de la innovación según la norma UNE 166002.
- **Proteger:** Protección de las innovaciones propias y actualización constante de los conocimientos a través de la innovación según la norma UNE 166002.

3.1.2. *Modelo de Gestión de la Innovación*

Un modelo de gestión de innovación, es un tipo particular de modelo organizacional; como tal, es una representación abstracta de una organización productiva y de las acciones que emprende para lograr determinados objetivos, la cual tiene como propósito acercarnos a la comprensión del estado y la dinámica de la empresa para orientar la acción gerencial. No obstante, la gestión empresarial puede verse desde múltiples perspectivas, por lo que es común que los modelos de gestión se enfoquen en alguna de tales perspectivas.

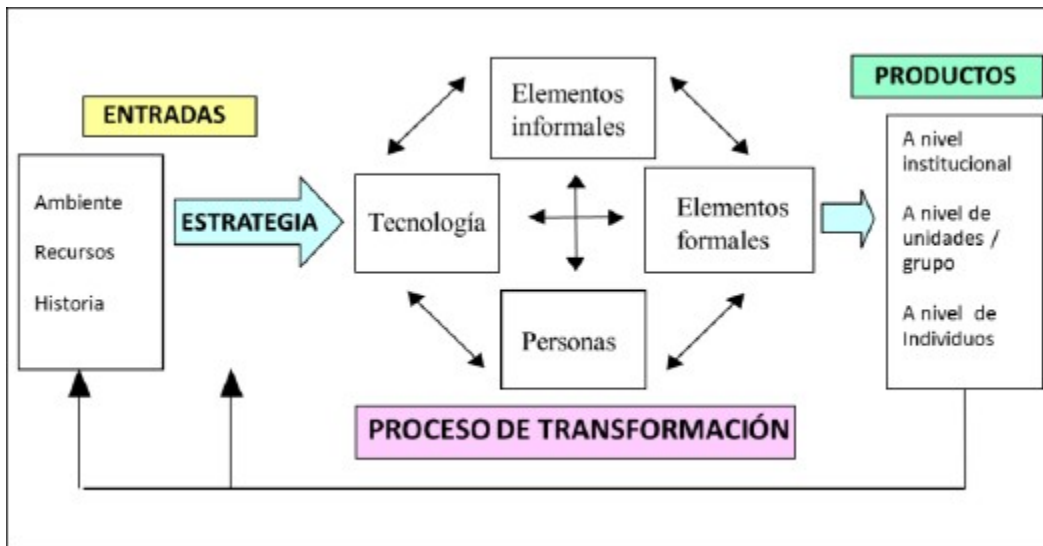
El modelo que se presenta aquí, que da origen a los modelos de gestión de la innovación, es una recopilación y análisis de modelos de gestión de la innovación reportados

en la literatura especializada, según lo expresan, Fajardo y Robledo (2012). Dado que este modelo aquí presentado, tiene como fundamentos los aportes teóricos de Nadler y Tushman (1997) y los resultados de los trabajos de Guan y Ma (2003), Yam, Guan, Pun y Tang (2004) y Wang, Lu y Chen (2009) sobre la evaluación de capacidades de innovación, como se resumen a continuación.

- Modelo de Congruencia de Nadler y Tushman (1997)

Este modelo sistémico de congruencia organizacional de Nadler y Tushman (1997), ha sido utilizado con éxito en el diagnóstico organizacional, es una aplicación de la Teoría Contingente de la organización, que conceptualiza a la empresa como un sistema abierto en el que es posible distinguir un conjunto de componentes y relaciones cuyo desempeño se explica en términos del estado de balance y consistencia (o congruencia) que alcanzan sus elementos. Contrario a los sistemas cerrados, donde existen sin ninguna dependencia de su ambiente externo; los sistemas abiertos tienen que interactuar con el ambiente externo para sobrevivir, poniendo de relieve las características de contingencia, dependencia, intercambio de recursos y productos, tal como se observa en la Figura 1. En una variante sugerida por Gouel (2005).

Figura 2. Modelo de Congruencia Sistémica de la Organización.



Fuente: Robledo (2017), con base en Nadler y Tushman (1997) y Gouel (2005).

Como elementos de este modelo se identifican las entradas incluyendo la estrategia, las cuales son elementos a los que la organización tiene acceso para configurar y desarrollar su misión, la estrategia es el conjunto de decisiones organizacionales para el direccionamiento y asignación de recursos frente a las exigencias del entorno. Así mismo, el proceso de transformación posibilita la interacción entre los sistemas técnicos (tecnología), los recursos humanos, la estructura y los procesos organizacionales, normas sociales y estilo de gestión y los productos definen el desempeño de organización.

3.1.3. Herramientas para la Gestión de la innovación

Las herramientas, para la aplicación exitosa de la gestión de la innovación, en las organizaciones deben apoyarse en las personas que hayan adquirido las destrezas y prácticas

necesarias, para que hagan buen uso de ellas, de manera productiva, aunque no se tengan la destreza y práctica para su operación. Entre ellas relacionamos las siguientes:

- Creatividad

La creatividad como fuente de generación de ideas, base u origen de todo proceso innovador es un punto clave en el que se fundamenta la estrategia de innovación de las organizaciones. Además, la creatividad facilita la resolución de problemas y la toma de decisiones en la organización, haciendo a ésta más abierta y receptiva hacia el cambio. Por todo ello puede afirmarse que la creatividad es un recurso económico fundamental. Anain y Ain, (2008-2011).

- Inteligencia

El objetivo principal de estos métodos es identificar, sistematizar, analizar y comunicar información valiosa para la toma de decisiones estratégicas. En este sentido, la inteligencia competitiva, según la SCIP (Strategic and Competitive Intelligence Professionals) (2013), se define como “a necessary, ethical business discipline for decision making based on understanding the competitive environment”, basada en la recolección, análisis y la distribución en la organización de información externa que pueda afectar los planes de la empresa, sus decisiones, operaciones y desempeño. Tradicionalmente, esta función se ha realizado en las organizaciones de forma desestructurada, apoyada en la participación en eventos, ferias, exposiciones, la consulta a expertos, el análisis de informes y publicaciones.

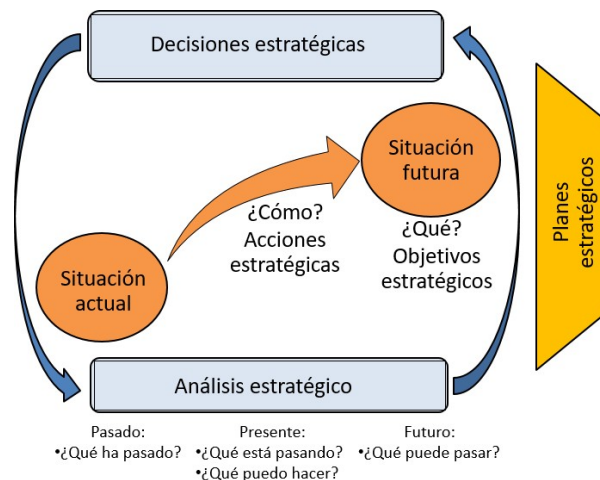
- Análisis Estratégico

Las técnicas de análisis estratégico contribuyen a llevar a cabo y presentar los resultados de los estudios sobre el ambiente de negocios en que opera la organización y sobre la organización misma, para apoyar la formulación de la estrategia. Estas técnicas complementan las técnicas de Inteligencia, en tanto que estas últimas están enfocadas a la información y las primeras al análisis.

- Planeación Estratégica

En la elaboración de los planes estratégicos, se concreta la formulación de la estrategia se apoya en diversos instrumentos, entre los cuales uno ampliamente difundido es el desarrollado por Kaplan y Norton en los 90, como es el Balanced Scorecard (BSC), traducido como Cuadro de Mando Integral o Tablero de Control de Mando (Kaplan & Norton, 1992). Para ello, el BSC observa la organización desde cuatro perspectivas complementarias: la perspectiva financiera, que recoge las expectativas de los dueños; la perspectiva de los clientes, que indica qué debe hacer la empresa para satisfacer las necesidades de sus clientes; la perspectiva interna, que define los procesos internos que garantizan la satisfacción de las necesidades de los clientes y las expectativas de los dueños; y la perspectiva del aprendizaje y el crecimiento, que identifica los aspectos críticos para mantener la excelencia en el desempeño de las demás perspectivas. Como se puede observar en la Figura 2.

Figura 3: Formulación de la estrategia.



Fuente: Robledo, (2017)

3.2. *Emprendimiento Creativo*

3.2.1. *Concepto Emprendimiento*

Según, la (Ley 1014 de 2006), del Congreso de la Republica de Colombia, define el Emprendimiento como: Una manera de pensar y actuar orientada hacia la creación de riqueza. Es una forma de pensar, razonar y actuar centrada en las oportunidades, planteada con visión global y llevada a cabo mediante un liderazgo equilibrado y la gestión de un riesgo calculado, su resultado es la creación de valor que beneficia a la empresa, la economía y la sociedad.

Según Gámez, J (2013), el emprendimiento en la teoría económica se analiza desde las posibilidades de obtención de beneficio a partir de la identificación de oportunidades de negocio, el manejo del riesgo y la optimización del uso de recursos; aunque los estudios desde la microeconomía no hacen énfasis en el emprendedor, porque asumen que los mercados vuelven paulatinamente a su punto de equilibrio. De acuerdo, con Schumpeter, los economistas aceptan que el emprendimiento se identifica con la innovación, dado que los enfoques pasan por los cambios que rompen el equilibrio de mercado para llevar a la economía a niveles más altos donde el emprendedor apunta a mejorar los niveles de vida.

- **Emprendedor:** es la persona que asume riesgos a la hora de tomar decisiones. Así mismo, asume la creación de empresas, aprovecha un vacío en el mercado; un emprendedor no es inventor, ni científico, ni dueño de capital, es un innovador que pone en marcha nuevas empresas que renueva el tejido empresarial de una sociedad. Emprendedor puede ser cualquier persona durante un periodo y luego dejarlo, por ello, si deja de ser innovador deja de ser emprendedor, (Pereira, 2007). Lo que indica que un emprendedor se caracteriza por identificar problemas y resolverlos, se fija objetivos, controla su destino, busca prestigio y reconocimiento.
- **Emprendedores creativos:** según el Banco Interamericano de Desarrollo, BID. (2018), encomendó al Instituto del Fracaso identificar a los emprendedores creativos en América Latina y el Caribe (ALC). Con este objetivo se hizo un esfuerzo por compilar y entender no solo la información básica de más de doscientos emprendimientos creativos en la

región, sino también otros factores como los niveles educativos y de satisfacción laboral de quienes están detrás de estos emprendimientos.

En este contexto, se puede decir que, todo el proceso de emprendimiento, inicia con la creación de una idea que se gesta y se concreta a partir de un plan de negocio; el emprendimiento es llevar adelante ese negocio y ejecutarlo; ello implica ser proactivo, López, (2010). Esta acción puede llevar implícita la noción de innovación, en tanto una idea nueva mejore un producto, un proceso, o un servicio. La innovación podría ser considerada como una modalidad de la creatividad en cuanto es aplicada, De la Fuente, Vera y Cardelle, (2012), concepto que va muy ligado al de tecnología y que se incorpora en las actividades productivas gracias al empresario emprendedor Alizo, Graterol y Chavez, (2010).

En este sentido, los trabajos sobre los conceptos emprendimiento o entrepreneurship crecen a ritmos acelerados, Callejón, (2009). Dado que es el emprendedor el que tiene la capacidad de actuar en función del logro, de la innovación, de la creatividad; la “toma de riesgos, autonomía, introversión, neuroticismo, motivación son aspectos que se evidencian en mayor o menor grado y que determinan ese potencial de emprendimiento de un sujeto” (Rosero y Molina, 2008).

En relación a lo anterior, el emprendedor creativo: es aquel que tiene visión y vive su realidad atendiendo cada una de las señales que se encuentra en el camino; es abierto y no se cierra en una única dirección, dado a que constantemente está generando ideas y siempre está visionando alternativas de solución, es por ello que para él, la creatividad debe ser un proceso básico al iniciar su plan de negocio ya que les ayudará a diferenciarse de la competencia, agregando a sus productos y servicios para hacer frente a la competencia y posicionarse en el mercado.

Razones por las cuales, la creatividad se puede aumentar con el entrenamiento para favorecer el cambio y ampliar nuestra visión como verdadera emprendedora creativa, teniendo en cuenta que se debe seguir una ruta para desarrollar y poner a prueba la creatividad. (Ver tabla 1).

Tabla 1. Emprendimiento en el contexto latinoamericano

Ranking en América Latina	País	Valor ICSEd- Prodem	Posición en el ranking global
Latin America ranking	Country	ICSEd- Prodem value	International ranking
1	Chile / Chile	40,62	26
2	México / México	34,98	31
3	Brasil / Brazil	34,94	32
4	Costa Rica / Costa Rica	34,86	33
5	Argentina / Argentina	34,03	36
6	Uruguay / Uruguay	33,18	37
7	Colombia / Colombia	32,36	38
8	Perú / Peru	29,12	43
9	Panamá / Panama	28,16	44
10	Ecuador / Ecuador	27,57	45
11	Bolivia / Bolivia	22,65	48
12	Venezuela / Venezuela	22,47	49
13	El Salvador / El Salvador	20,24	50
14	Guatemala / Guatemala	14,14	52
15	R. Dominicana / Dominican R.	12,88	54
Promedio regional / Regional average		28,15	

Fuente: Índice de Condiciones Sistémicas para el Emprendimiento Dinámico Una herramienta para la acción en América Latina en base a ICSEd-Prodem.

- La creatividad; es simplemente conectar cosas. Cuando le preguntas a las personas creativas cómo hicieron algo, se sienten un poco culpables porque realmente no lo hicieron, simplemente vieron algo. Les pareció obvio después de un tiempo. Eso es porque fueron capaces de conectar experiencias que han tenido y de sintetizar nuevas cosas” (Steve Jobs, tomado de Luna, 2018).

En este sentido, La Creatividad: ha sido el tema central de muchos estudios y ha sido analizada desde múltiples puntos de vista. Sin embargo, para este trabajo entenderemos como creatividad la capacidad de generar y hacer realidad nuevas ideas. De esta definición podemos inferir que será necesaria, no solamente originalidad, sino también eficacia (Runco & Garrett, 2012). De esta forma, es esta eficacia (capacidad de llevar a cabo las ideas generadas) lo que diferencia la creatividad de la imaginación.

Figura 4: Como generar ideas creativas y emprendedoras



Fuente: Elaboración propia 2019

3.3. Herramientas para la enseñanza del emprendimiento

Existen tres herramientas que se han utilizado con éxito en los programas de capacitación para emprendedores. Uno de ellos es la elaboración de un plan de empresas, otro es el contacto con la realidad y la interpretación de ésta que hacen los estudiantes y la tercera son los casos. Describiremos a continuación estas herramientas brevemente.

1. El plan de empresas: Un plan de empresas es un mapa de lo que se percibe que será el camino a seguir desde un punto de partida hasta la meta fijada. La mayoría de los programas de emprendimiento siguen el modelo Timmons para desarrollar un plan de empresas. Con la preparación de un plan de empresas no solo se aprende a fijar objetivos y la manera de alcanzarlos, sino también como desarrollar un proceso capaz de generar riqueza y distribuirla. Es un instrumento de autoevaluación indispensable para medir las expectativas y sustentar las metas posibles de alcanzar.

2. El contacto con la realidad y su interpretación: La participación de los estudiantes en investigaciones o actividades que involucren el trabajo directo con emprendedores y su posterior análisis es una experiencia maravillosa para estudiantes y profesores por igual.

3. Los casos: se refieren a análisis de situaciones presentadas para ilustrar una condición particular y fortalecer la toma de decisiones y el análisis. Los casos generalmente se complementan con lecturas de teorías para permitir una discusión nutritiva y promover el pensamiento estratégico. Según Timmons, (1994). Las experiencias de la discusión de casos son enriquecedoras tanto para el proceso de aprendizaje, que a su vez, es una conducta deseable en los emprendedores.

En conclusión, *La relación existente entre creatividad, innovación y emprendimiento*, se considera que la creatividad es una capacidad que unida al comportamiento y a la actitud a la hora de aprovechar oportunidades que trae consigo el emprendimiento da lugar a grandes innovaciones muy beneficiosas para la empresa y los individuos. (Bessant & Tidd, 2007).

3.4 Factores internos que afectan el desarrollo de la Gestión de la innovación y el emprendimiento creativo.

En este mismo orden de ideas, el origen de la creatividad y la innovación no sólo se debe encontrar en el capital humano de la empresa. En los últimos años, se está dando una fuerte tendencia a buscar estos recursos fuera de la empresa, de manera que, aunque el personal forme parte del proceso de creación, las iniciativas vengan de individuos externos a la empresa ya sean los propios consumidores o el público en general a través de encuestas, buzones de sugerencias o incluso plataformas de co-creación como pueden ser las wikis. Entre estos factores se pueden relacionar los siguientes:

- La estructura organizacional para el desarrollo del emprendimiento
- La cultura empresarial y emprendedora
- El papel de los managers en el emprendimiento
- Gestión del conocimiento para generar ideas emprendedoras
- Gestión de recursos humanos capacitado para el emprendimiento

Los cuales deben ser bien controlados, para no generar desequilibrios tanto para la empresa como para los individuos, dado que estos factores son los pilares básicos para el desarrollo del emprendimiento creativo, cuyos cambios pueden resultar complicados para definir en realidad el entorno emprendedor dentro de la empresa.

3.5. Sector Turismo – Departamento de La Guajira

El desarrollo turístico: Teniendo en cuenta, el Plan de Desarrollo Turístico de la departamento de La Guajira, (2012), es una herramienta importante de política económica, es la guía para conducir a un destino turístico de forma planificada y ordenada, promoviendo la prosperidad de la región y mejorando la calidad de vida de la comunidad. El cual aporta al mejoramiento de la calidad de vida y es una alternativa de desarrollo económico y social, al armonizar las relaciones nación-región que se encuentran en las proyecciones sectoriales, comprometiendo un permanente ambiente de integración del sector público y privado.

En base a lo anterior, el departamento se caracteriza por su variada topografía que incluye playas, acantilados, planicies, desiertos, serranías, montes, valles y montañas, con un clima predominantemente seco. De acuerdo con su configuración, La Guajira ha sido subdividida en tres regiones: la Baja Guajira: zona sur; la Media Guajira: la parte central; y la Alta Guajira: al extremo peninsular. De esta manera se considera la articulación de la apuesta contemplada en dicho plan con el emprendimiento.

Figura 5. Gestión de la innovación como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo



Fuente: Elaboración propia, 2019

No obstante, de acuerdo a las apuesta del Plan Regional de Competitividad, (2009), "Esquina de las oportunidades de Sur América", La Guajira requiere estar inmersa en un proceso de transformación y diversificación productiva, romper con la dependencia económica del gas y el carbón y aprovechar el potencial turístico del departamento, dado que este permite el equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y socioculturales, garantizando así la sostenibilidad del sector turismo a un largo plazo. Asegurando que las actividades económicas viables en el largo plazo, reporten a todos los necesarios relacionados con nuevas oportunidades de empleo estable, obtención de ingresos y servicios sociales que contribuyan a la reducción de la pobreza. (Organización Mundial del Turismo - OMT, 2004).

4. Resultados

En relación a los objetivos propuestos en la presente investigación, a continuación se presentan los resultados obtenidos después de analizar la gestión de la innovación como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo del departamento de La Guajira. Teniendo en cuenta que para ello se seleccionaron de acuerdo con la revisión de literatura especializada tres dimensiones relacionadas con la gestión de la innovación, como; entre ellas tenemos:

Los sistemas de gestión de la innovación, así como también los modelos y herramientas de gestión de la innovación. Para lo cual presentamos el siguiente análisis. Tabla 2.

Dimensión: Sistemas de gestión de la innovación

Tabla 2. ¿Sistemas de gestión de la innovación como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo?

I TEMS	TA		D		NAN		ED		TD		M EDIA
	A		A		A		A		A		
INDICADOR: Inventariar											

1. En su empresa actualmente existen métodos para inventariar los conocimientos y capacidades tecnológicas de la misma.	5	5,0		,0		,0		,0	5	5,0	.0	2
INDICADOR: Vigilar												
2. Dentro de las políticas de su empresa se considera la vigilancia tecnológica como una estrategia frente los competidores.	0	6,6		,3		,0		,0	5	5,0	.9	1
INDICADOR: Evaluar												
3. Su empresa tiene establecido el potencial tecnológico como estrategia de competitividad.	7	1,6		,0		,0		,3	5	5,0	.7	3
INDICADOR: Optimizar												
4. Su empresa utiliza los recursos de la mejor forma posible para mejorar sus indicadores de acuerdo a la planificación de la innovación.	4	6,6		5,0		,0			7	8,3	.7	3
INDICADOR: Proteger												
5. Su empresa protege las innovaciones propias y actualiza de manera constante los conocimientos a través de la innovación.	6	3,3	0	0,0		,3				,3	.3	4
TOTAL DIMENSION											.2	3

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla No. 2, se observan los resultados obtenidos para la dimensión Sistemas de gestión de la innovación, donde se analizaron los indicadores Inventariar, Vigilar, evaluar, optimizar y proteger, destacando los valores más altos con relación a los más bajos, en este sentido el mayor porcentaje fue para el indicador evaluar, el 61,6% indicó estar TA; el 56,6% está TA, con el indicador optimizar; otro 50,0% indico estar DA, con el indicador Proteger.

En este sentido, los valores más bajos corresponden a los indicadores Proteger, un 3,3% responde estar en TD, otro 5,0% corresponde al indicador evaluar y un 8,3% manifiesta estar DA, con el indicador vigilar.

Dimensión: Modelo de gestión de la innovación

Tabla 3. ¿Modelo de gestión de la innovación como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo?

I TEMS	TA		D		NAN		ED		TD		M EDIA
	A		A		A		A		A		
INDICADOR: Modelo de Congruencia de Nadler y Tushman (1997)											

6. Su empresa utiliza el modelo sistémico de congruencia organizacional para identificar las entradas incluyendo la estrategia para desarrollar su misión.	0	3,3	5	1,6		,3		,0	0	6,6	.7	3
7. Su empresa considera la utilización de un sistema abierto en el que es posible distinguir los componentes para su desempeño.	8	6,6	7	8,3	0	6,6		,3		,0	.2	4
8. Su empresa considera la utilización de un sistema cerrado donde no existe ninguna dependencia de su ambiente externo.	9	1,6	0	0,0	0	6,6		,6		,0	.1	4
TOTAL DIMENSION											.0	4

Fuente: Elaboración propia (2019)

De acuerdo con la tabla 3, el 50% está DA con la utilización de un sistema cerrado, otro 46,6% está TA con la utilización de un sistema abierto, y otro 41,6% está TA con que se utilice el modelo para identificar las entradas incluyendo la estrategia para desarrollar su misión; y el valor más bajo corresponde al 1,6 el cual está ED, en relación a la utilización del sistema cerrado.

Dimensión: Herramientas de gestión de la innovación

Tabla 4. ¿Herramientas de gestión de la innovación como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo?

I TEMS	TA		D		NAN		ED		TD		M EDIA	
	A		A		A		A		A			
INDICADOR: Creatividad												
9. Su empresa utiliza creatividad como fuente para la generación de ideas.	9	8,3	0	3,3		,0	0	6,7		,6	.1	4
INDICADOR: Inteligencia												
10. Su empresa utiliza la inteligencia para identificar, sistematizar, analizar y comunicar información para la toma de decisiones estratégicas	5	1,6	3	5,0		,6		,6		,0	.3	4
INDICADOR: Análisis estratégico												
11. Su empresa aplica la técnica de análisis estratégico para llevar obtener y presentar los resultados de estudios sobre el estado actual de sus productos y servicios.	5	5,0	0	6,6		,3		,0		,0	.6	4
INDICADOR: Planificación estratégica												

/12. Su empresa utiliza la elaboración de los planes estratégicos, para la formulación y planificación de estrategias.	1	1,6	5	1,6		,3		,0		,3	.3	4
TOTAL DIMENSION											.3	4

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como se observa, en la tabla No. 4, el indicador análisis estratégico un 75%, manifestó estar TA, otro 55% está TA con el indicador inteligencia, el 51,6% está TA con el indicador planificación estratégica y otro 48,3% manifiesta estar TA con el indicador creatividad.

En este orden de ideas, con relación al indicador inteligencia el 1,6% no está NEND, mientras que el 3,3% está en TD con el indicador planificación estratégica.

Dimensión: Herramientas para la enseñanza del emprendimiento

Tabla 5. ¿Herramientas de gestión de la innovación como apuesta al emprendimiento creativo en el sector turismo?

I TEMS	TA		D		NAN		ED		TD		EDIA	M
	A		A		A		A		A			
INDICADOR: El plan de empresas												
13. Su empresa utiliza un plan de empresas para fijar y alcanzar sus objetivos.	7	5,0	3	1,6	5	5,0		,3		,0	.0	4
INDICADOR: Contacto con la realidad y su interpretación												
14. Su empresa involucra actividades de trabajo directo con la realidad y posterior análisis e interpretación de los mismos.	8	0,0	2	0,0	0	3,3		,3		,3	.5	3
INDICADOR: Casos												
15. Su empresa aplica la técnica de análisis de casos para fortalecer la toma de decisiones.	8	6,6	8	0,0		,6	0	6,6		,0	.0	4
TOTAL DIMENSION											.8	3

Fuente: Elaboración propia (2019)

En relación a la tabla No. 5, se observa que un 46,6%, está TA, con el indicador casos, otro 45% está TA con el indicador plan de empresas, y el 33,3% no está ni NAND con el indicador contacto con la realidad y su interpretación. Así mismo, 6,6% no está NEND, con el indicador casos.

5. Discusión y análisis

De acuerdo con los resultados estadísticos, se puede considerar que la gestión de la innovación es una herramienta fundamental para el desarrollo empresarial. La cual de ser

adoptada por las empresas del sector turismo para generar y desarrollar ideas que posteriormente se convertirán en una estrategia para el desarrollo de emprendimientos creativos en el sector turismo de La Guajira.

Desde esta perspectiva, se pudo observar que las empresas del sector turismo requieren de la generación de ideas creativas que generen nuevos conocimientos que permitan apropiarse del potencial turístico que posee el departamento para la creación de emprendimiento creativo.

6. Conclusiones

Los sistemas de innovación se deben aplicar en las empresas del sector turismo para vigilar constantemente el entorno y estar a la vanguardia de los nuevos avances tecnológicos, con el fin de optimizar sus procesos y generar una cultura emprendedora y creativa.

Se debe poner en práctica los elementos del modelo de gestión de innovación, para la toma de decisiones y hacer frente a las exigencias del entorno.

Las herramientas de gestión de la innovación deben promover el desarrollo de la creatividad para generar ideas que conlleven a la consolidación de emprendimientos creativos en el sector turismo de La Guajira.

Se deben apropiar de las herramientas para la enseñanza del emprendimiento creativo a través de planes de capacitación.

7. Referencias bibliográficas

- ANAIN y AIN, Plan Tecnológico de Navarra (2008-2011), impulsado por el Departamento de Innovación, Empresa y Empleo del Gobierno de Navarra.
- Albornoz, M., & Fernández Polcuch, E. (1997). Indicadores en ciencia y tecnología. REDES.
- Alizo, M.; Graterol, A. & Chávez, B. (2010). Gestión económica vinculada con la innovación y adquisición de tecnológica en los emprendimientos emergentes de negocio tipo PYME. Revista Venezolana de Gerencia, 15(51), pp. 462-485.
- Banco Interamericano de Desarrollo, (BID, 2018), (<http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.
- Bessant, J., & Tidd, J. (2007). Innovation and Entrepreneurship. Chichester: John Wiley & Sons.
- Callejón, M. (2009). La economía emprendedora de David Audretsch. Investigaciones Regionales, (15), pp. 47-54. COTEC, (1988), Innovación tecnológica y crecimiento económico. Cotec Estudio n° 11, Madrid.
- De La Fuente, J.; Vera, M. & Cardelle, M. (2012). Aportaciones de la Psicología de la Innovación y del Emprendimiento a la Educación, en la Sociedad del Conocimiento. Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 10(28), pp. 941-966.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The Balanced Scorecard: Measures that drive performance. Harvard Business Review, 66(1), 71-79.
- LEY 1014 DE 2006, De fomento a la cultura del emprendimiento. Congreso de Colombia.
- López, A. (2010). La proactividad empresarial como elemento de competitividad. Ra Ximhai, 6(2), pp. 303-312.
- Luna, N. (2018). ¿Cómo ser creativo en el mundo del emprendimiento? Entrepreneur. Recuperado de <https://www.entrepreneur.com/article/308625>.
- Lundvall, B.-Å. (2010). National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. Anthem Press.
- Moriano, J.A. (2005): El perfil psicosocial del emprendedor, Consejo Económico y Social, Madrid. Normas

- UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i. Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i. Organización Mundial Del Turismo – (OMT, 2004).
- OKE, A., MUNSHI, N., & WALUMBWA, F. O. (2009). The Influence of Leadership on Innovation Processes and Activities. *ScienceDirect*, 64-72.
- PEREIRA, F. (2007): La evolución del espíritu empresarial como campo del conocimiento. Hacia una misión sistémica y humanista. Cuadernos de Administración, Universidad Javeriana, Bogotá.
- Plan de competitividad (2009): “La Guajira esquina de las oportunidades”. Plan de desarrollo turístico de la departamento de La Guajira, (2012)
- Rosero, O. & Molina, S. (2008). Sobre la investigación en emprendimiento. *Informes Psicológicos*, (10), pp.29-39.
- Runco, M. A., & Garrett, J. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 92-96.
- TIDD, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2001). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organisational Change*. Chicester: John Wiley & Sons.
- Schumpeter J. (1939): *Business Cycles. A Theoretical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw Hill, Nueva York.

Inserção da tecnologia nas agências bancárias na perspectiva dos funcionários

Jaíne Adria Coltro

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia - FACE, Brasil
jaine_coltro@hotmail.com

Erlaine Binotto

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia - FACE, Brasil
e-binotto@uol.com.br

Eduardo Luis Casarotto

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia - FACE, Brasil
e-casarotto@uol.com.br

Jane Corrêa Alves Mendonça

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia - FACE, Brasil
janemendonca@ufgd.edu.br

Resumo

O setor bancário brasileiro é um dos que mais investe em tecnologia, possuem destaque mundial pela qualidade dos produtos e serviços ofertados aos seus clientes e a maior parte deles com utilização maciça de recursos tecnológicos. A propagação das novas tecnologias digitais impactou o trabalho bancário brasileiro nos últimos anos. As transformações foram aceleradas com a criação de novos canais de relacionamento entre os bancos e seus clientes, que possibilitou o autoatendimento, contribuiu para a redução de funcionários nas agências e maiores exigências de capacitação para aqueles que permanecem. O objetivo deste trabalho foi verificar como os trabalhadores percebem a inserção de tecnologias nas agências bancárias. Para isso, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa/quantitativa descritiva envolvendo 10 agências e 60 funcionários que se propuseram a responder. Utilizou-se um questionário com os funcionários dos bancos privados e cooperativa de crédito. As categorias de análise foram: identificação dos incentivos e capacitações oferecidas pelas instituições quanto a tecnologia digital implantada e aos seus usuários; iniciativas individuais em busca de novas capacitações; mudanças na organização em relação à implantação das tecnologias e a perspectivas futuras em relação ao emprego. Entre os principais resultados, destacam-se os aspectos positivos e negativos da implantação da tecnologia digital nas agências como, as mudanças em relação ao trabalho, exigências de novas habilidades e capacitações, insegurança por parte dos funcionários em lidarem com a tecnologia no trabalho futuro e com a perda do emprego, aumento nas demissões e queda no número de contratações. Em contrapartida, a inserção da tecnologia facilitou a realização das atividades, as agências tiveram suporte técnico adequado para recebê-las e houve pouca resistência.

Palavras chaves

Bancos; inovação; tecnologia bancária; substituição da mão de obra.

1. Introdução

O processo de formação e transformação do ambiente social, econômico e tecnológico acompanha o homem ao longo da sua existência. Tornou-se mais intenso no período das revoluções industriais na Europa no século XVIII, conseqüentemente com a revolução tecnológica (meados de 1970) e mais recente com o desenvolvimento da internet e da tecnologia da informação (Oliveira, 2011).

A evolução da mecanização, automação e informatização promovem mudanças estruturais de grande importância no trabalho e na formação profissional em todas as organizações, principalmente na área bancária que investe muito em tecnologia (Fuentes, 2005). As instituições financeiras são as organizações que mais sofrem mudanças, pois são os segmentos que mais investem em tecnologia (Rosa, 2009). Esses investimentos no setor financeiro são estratégicos para atender suas necessidades, redefinir tarefas, abranger maior público, oferecer produtos e serviços com comodidade, exteriorizar os clientes das agências, melhorar a eficiência, minimizar custos e fortalecer as condições de competitividade (Maçada, Becker & Lombardi, 2005).

É possível afirmar que mudanças importantes resultantes dos investimentos em tecnologias digitais representam a modificação dos serviços bancários tradicionais para serviços realizados pelo celular, computadores ou *tablets*, facilitando e melhorando a vida do consumidor moderno e transformando antigas agências em agências digitais (Santos, 2017). O modelo do trabalho bancário tem sofrido alterações com a tecnologia digital substituindo trabalhos tradicionais como por exemplo, os fluxos manuais de papéis nos bancos dão lugar aos sistemas de armazenamentos eletrônicos de dados (Jollevet, 2003).

O desenvolvimento da tecnologia trouxe sérios impactos ao setor bancário, como maior competição, terceirizações, fusões, mudanças organizacionais e, principalmente, redução do nível de emprego no setor (Dieese, 2016). Diversos fatores são responsáveis pelas mudanças do perfil do bancário, a automação e a informatização são alguns desses fatores, pois ao mesmo tempo elas criam e destroem cargos, diminui funções do banco tradicional. São responsáveis pela desqualificação, redução de remuneração, desmotivação e desemprego (Jinkings, 1995). No entanto, a inclusão de tecnologias digitais e as inovações tecnológicas no setor financeiro ocasiona grandes mudanças organizacionais, principalmente quando se trata de exigências e qualificações na necessidade de trabalho, aumento do ritmo das atividades e desemprego (Segnini, 1999).

No novo conceito de negócio bancário, as agências devem ter um objetivo específico fundamental, de realizar negócios. Por esta razão são chamadas agências de negócios ou agências virtuais. Isso justifica a intenção dos bancos de evitarem ao máximo a frequência de clientes e usuários nas agências e, por consequência, diminuir o número de funcionários (Pereira, 2014).

Por outro lado, o grande número de demissões no setor bancário é motivado pela baixa qualificação dos funcionários, por não possuírem formação ou perfil adequado de acordo com as novas tecnologias implantadas (Monteiro, 2008). Os investimentos em capacitação, qualificação e realocação dos funcionários pode ser um meio de evitar essas demissões (Osten, 2017).

Neste cenário, o trabalho bancário acompanha o cenário do trabalho diante dos investimentos e utilização de tecnologias digitais. As novas ferramentas proporcionam acesso quase que instantâneo aos serviços e são cada vez mais presentes no dia-a-dia dos usuários. Ao mesmo tempo que promovem a comodidade do cliente, impactam na saúde dos bancários

(Netz & Mendes, 2006).

Este trabalho tem por objetivo: verificar como os trabalhadores percebem da inserção de tecnologias nas agências bancárias. Considerando que no contexto das mudanças organizacionais ocorridas nos últimos anos e dos impactos que elas acarretam no comportamento dos indivíduos, busca-se responder à questão: como os bancários percebem a incorporação das novas tecnologias em seus espaços de trabalho?

2. Tecnologias digitais e a relação do trabalho

A tecnologia digital é um conjunto de ferramentas que permite a capacidade de tratar e transformar dados em informações (Cruz, 2014), podendo também, ser caracterizada por recursos tecnológicos para gerir e usar as informações (Rezende & Abreu, 2003). Assim, pode ser definida como um composto de elementos inter-relacionados que reúnem, organizam, armazenam e distribuem informações com intuito de apoiar as tomadas de decisões (Laudon & Laudon, 2007).

O avanço dessa tecnologia provoca alterações nas relações entre empresas, trabalhadores e comunidade, fazendo surgir novos padrões nas relações de trabalho. Um dos impactos mais importantes provocados no ambiente do trabalho é a automação de muitos empregos, trazendo como consequência demissões em massa, aumento da capacidade de controlar e fiscalizar o modo como o trabalho é executado (Costa, 2001).

Alterações no trabalho devido aos investimentos em tecnologia digital, atingem os trabalhadores. As empresas por meio das técnicas de reengenharia reformulam rapidamente suas organizações para operarem com poucos empregados, treinados para trabalharem com novas tecnologias e atuarem em várias áreas ao mesmo tempo (Carvalho, 2010).

Essas mudanças organizacionais impactam na adaptabilidade e na flexibilidade dos trabalhadores, pois as novas tecnologias e a reestruturação geram rapidez nos processos, aceleração no modo como os produtos e serviços são oferecidos (Lazzarato & Negri, 2001). São características relacionadas às novas formas de gestão para enfrentar desafios do mercado cada vez mais competitivo e, que resultam em um desequilíbrio social, pois implantam máquinas e sistemas incompatíveis com os trabalhadores e exigem uma adaptação em curto prazo (Harvey, 2001).

Diante dessa situação, o perfil do trabalhador também precisa ser alterado, com uma preparação capaz de entender, realizar e conduzir as informações diante dos novos padrões tecnológicos (Virilio, Paciornik & dos Santos, 1997). O que importa não é a força de trabalho braçal, mas sim a intelectual, o poder da criatividade, da capacidade de gerenciar e transformar as informações para tomadas de decisões rápidas (Grisci, 2008). A categoria constituída por talentos é a mais disputada e visada pelas empresas, são profissionais com visão estratégica, com inteligência evoluída que buscam formação por conta própria, desfrutam da criatividade para inovar produtos e serviços e, que infelizmente, é a mais rara categoria de pessoas (Carvalho, 2010).

Os investimentos em tecnologias digitais mudaram também o perfil dos bancários. O sistema financeiro é o mais informatizado e para isso exige pessoas flexíveis, aptas a mudanças e com alto nível de escolaridade (Takata, 2002). As formas de trabalhar mudaram e requerem um profissional com uma visão mais holística, detentores de habilidades para enfrentar episódios contingenciais, subjetivos e diversificados (Carvalho, 2010). Cada vez mais, os bancos requerem empregados com capacidades especiais para lidarem com a tecnologia e

exercerem suas funções, dispensando aqueles desqualificados e substituindo-os por máquinas (Costa, 2001). O trabalhador do conhecimento precisa ser tolerante, adaptável, hiperativo e veloz, características estratégicas e talentos pessoais para qualquer tipo de organização. Exigências do mundo do trabalho formado pela tecnologia (Kugelmass, 1996).

Assim, nesse ambiente tecnológico, o trabalhador bancário precisa estar a todo o momento em busca de novos conhecimentos para se manter informado, capacitado e qualificado. Aqueles que não possuem um perfil diferenciado, formação adequada e não se preocupam com essa preparação serão substituídos em seus postos de trabalho. A desqualificação é causa do alto índice de desemprego no setor (Costa, 2001). Se manterá no emprego quem acompanhar a evolução e se adaptar as tecnologias (Lucchesi, 1995).

Segundo Penella (2000), os bancos também passaram a trabalhar com uma categoria de funcionários mais jovens, pois trazem novos conhecimentos para a instituição. Ao mesmo tempo, instituições bancárias preservam um percentual de funcionários antigos experientes. Mesclados a força jovem transmitem conhecimentos e experiência, ou seja, preservam o conhecimento acumulado pelos antigos, servindo de fonte de consulta e aprendizado para a equipe. Paradoxalmente, acreditam que profissionais antigos desenvolvam rotinas e dificuldades para inovar, retratando resistência a mudanças (Blanger, 2007).

Com o avanço da automação uma série de cargos são eliminados e suas funções tenderão a extinção, principalmente cargos de caixas, devido as facilidades oferecidas pelos caixas eletrônicos. A próxima parte atingida será a retaguarda, funcionários encarregados de realizarem serviços burocráticos, como atividades administrativas e gerência geral (Netz & Mendes, 2006).

Diante desse formato organizacional, o trabalhador é visto como um sujeito da informação ou trabalhador do conhecimento, pois de acordo com as exigências da tecnologia digital, as empresas ordenam um tipo de perfil que tenha capacidade constante de se adaptar às mudanças, com competências ideais para atender suas necessidades. A capacidade de rápido processamento da informação é vista como diferencial tanto para os trabalhadores, quanto para as empresas (Harvey, 2001).

Do ponto de vista das organizações, as mudanças e os impactos nas relações de trabalho causados pelo uso das tecnologias são acontecimentos naturais do ambiente. Não considerando ser de sua responsabilidade encontrar uma solução para isso. Do ponto de vista econômico, o interesse está na melhoria contínua da qualidade, diminuição dos custos e maior produtividade (Vigneron, 1996).

3. Procedimentos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa de caráter descritivo. Utilizou-se de questionário composto por 21 perguntas abertas e fechadas, destacando: perfil do respondente; identificação dos incentivos e capacitações oferecidas pelas instituições quanto a tecnologia digital implantada e aos seus usuários; iniciativas individuais em busca de novas capacitações; e mudanças na organização em relação à implantação das tecnologias e a perspectivas futuras em relação ao emprego. Foram entregues 83 questionários pessoalmente aos funcionários, que se propuseram a responder, de dez agências de bancos privados e cooperativas de crédito em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, sendo que 60 foram respondidos. As análises quantitativas utilizaram a frequência das respostas e a qualitativa, o conteúdo das respostas

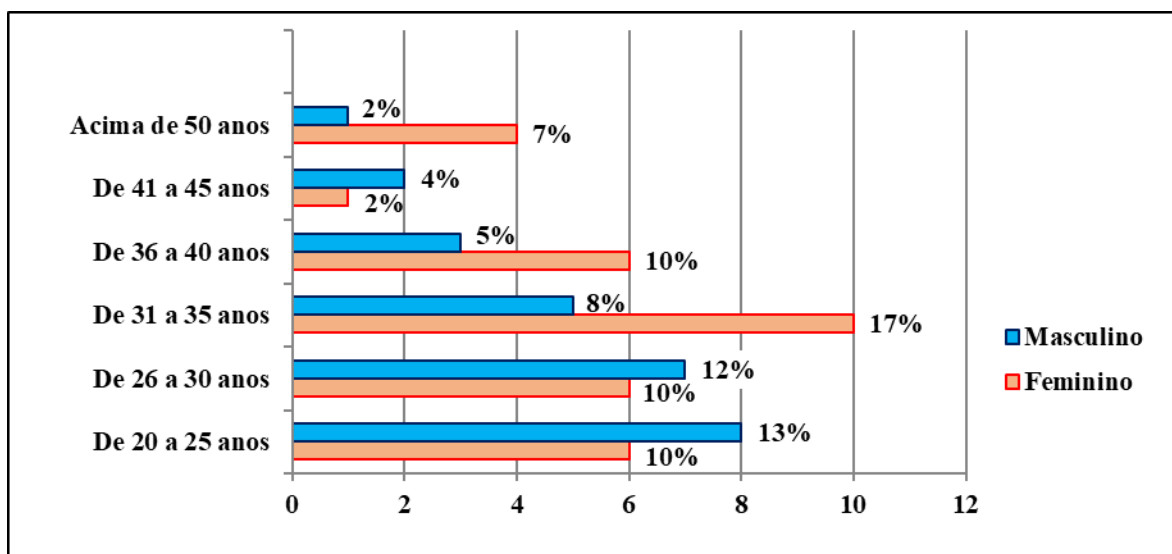
4. Resultados

4.1. Perfil dos pesquisados

Os funcionários pesquisados são 55% do sexo feminino e 45% masculino. Essa situação corrobora com a afirmativa de Segnini (1998) sobre a inserção cada vez maior das mulheres no trabalho bancário. Segundo o autor, mulheres são mais qualificadas para o atendimento ao cliente, principalmente em equipe de vendas de produtos bancários. Mulheres possuem habilidades de interação social capazes de atender e se relacionar melhor com clientes, facilidade de comunicação e demonstram emoções e sentimentos de forma mais intensa que os homens. Também, são mais pacientes (Segnini, 1998).

Em relação à faixa etária (Figura 1), a maior concentração de funcionários está na faixa de 31 a 35 anos. Entretanto, as faixas de 20 a 25 anos e de 26 a 30 anos, apresentam valores percentuais totais muito próximos.

Figura 1. Faixa Etária



Fonte: Dados da pesquisa

Agrupando as três faixas, tem-se percentual de 70%, ou seja, sete a cada dez funcionários possuem idades entre 20 e 35 anos. Tal fato pode estar ligado a contratação e efetivação de pessoas mais jovens, pela crença destes trazerem ideias inovadoras e, conseqüentemente, saídas de funcionários mais antigos (Penella, 2000). Comparando as variáveis: faixa etária com sexo dos pesquisados, pode-se observar que até 30 anos há o predomínio do sexo masculino, sendo uma diferença de apenas 5% de homens. Depois dos 31 anos, existe índice maior do sexo feminino. Se constata uma diferença de 17% de mulheres a mais que homens.

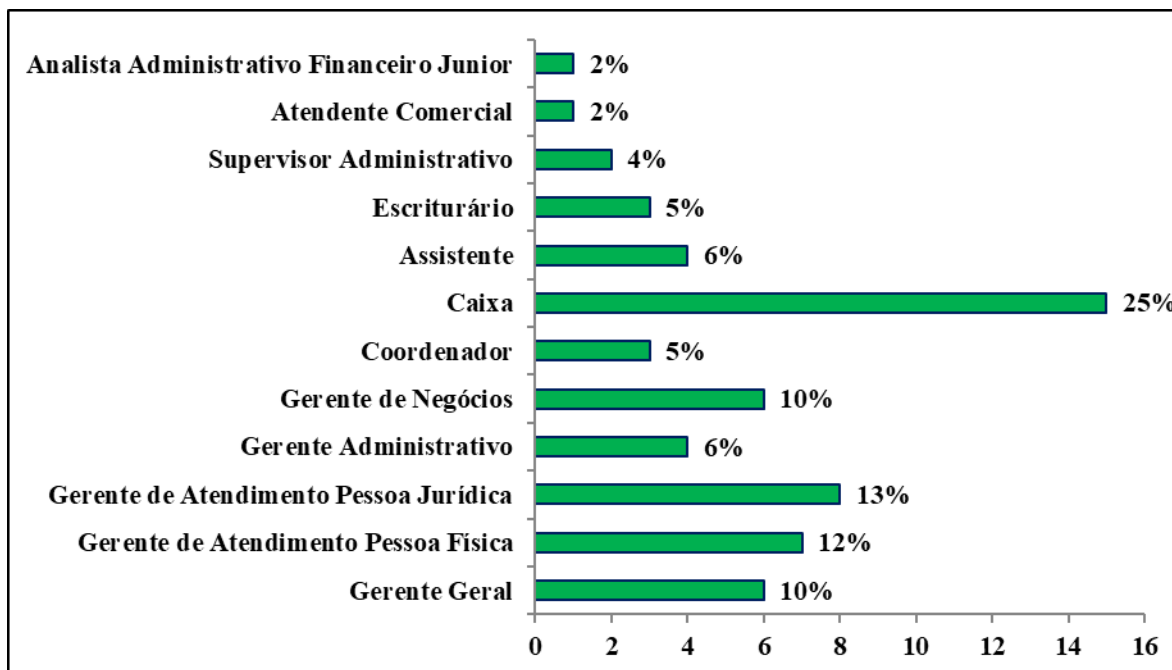
Em relação ao estado civil, 50% são casados, 33% solteiros, 3% divorciados, separados, em uniões estáveis e viúvos são 2% em cada grupo e outros 8% não responderam. Em relação ao nível educacional, 58% possuem educação superior completa, 22% incompleta, 18% pós-graduação e 2% ensino médio completo. Takata (2002) e Costa (2001) reforçam que a tecnologia passa a exigir pessoas preparadas e com maior nível escolar, pessoas com baixo

nível são dispensadas ou nem mesmo são contratos.

Dos pesquisados 43% possuem renda de 1 a 3 salários mínimos (Valor em 2018 de R\$ 954,00) e, outros 43% de 4 até 6, ou seja 86% dos funcionários auferem renda de até 6 salários mínimos. Outros 8% recebem de 7 a 9 e 4% de 10 até 12 salários mínimos. Esta última classe de rendimentos é alcançada pelo pessoal do topo da hierarquia, geralmente são gerentes. Nenhum declarou receber acima de 13 salários mínimos e apenas 2% não respondeu à questão.

Quanto a distribuição dos cargos (Figura 2), se percebe que função de caixa corresponde a 25% do total.

Figura 2. Cargo que Atua na Agência



Fonte: Dados da pesquisa

Esse fato representa certa preocupação, pois o avanço da tecnologia aumentará o desemprego e atingirá primeiramente os cargos de caixas, pois o bancário do futuro, será aquele conectado à área de atendimento ao cliente (Netz & Mendes, 2006). Ainda, de acordo os autores em sequência serão atingidos os funcionários encarregados de realizarem os serviços burocráticos, como as atividades administrativas, os supervisores administrativos, analistas administrativos financeiros e os coordenadores, que no estudo representam 11% (escriturários e assistentes), e algumas áreas de gerência. Porém, alguns gerentes são voltados para o atendimento e venda de produtos. Tal fato pode ser a justificativa da existência de 51% de gerentes (de negócios, administrativo, atendimento e geral).

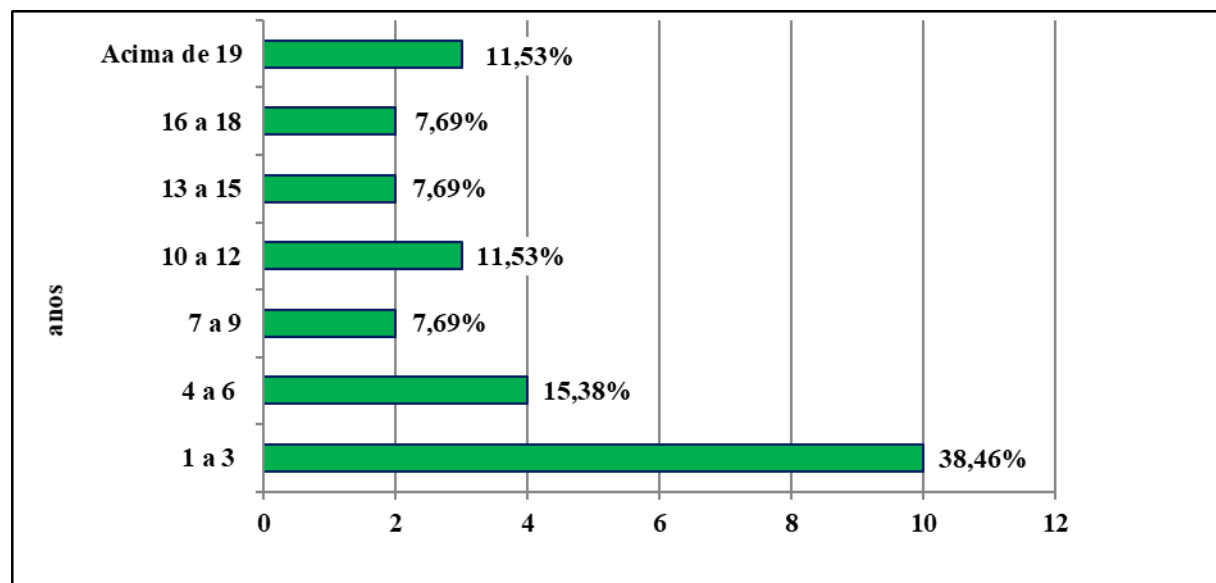
Em relação ao tempo de trabalho, se observa que 53% estão de 1 a 3 anos no cargo atual. Isso pode ser reflexo da entrada de novos funcionários, a renovação sucessiva do quadro de funcionários nas agências ou a reciclagem nas vagas (Penella, 2000). Um percentual também significativo, 39% estão entre 4 a 12 anos, são funcionários que conhecem a rotina e estão acostumados com o clima de trabalho nas agências. Também Takata (2002), destaca ser necessário manter uma parcela do pessoal antigo para troca de experiência, incluindo pessoal com mais de 10 anos no banco.

A maioria dos respondentes (57%) não possui experiências anteriores na área bancária,

isso se justifica pela contratação de pessoas novas, provavelmente jovens, sem experiências, mas com capacidade intelectual para exercerem as atividades com alto nível tecnológico e, ao mesmo tempo mesclam e adquirem experiências com o pessoal mais experiente.

São 43% os respondentes que afirmam ter experiências anteriores, dos quais, da amostra 38,46% possui tempo de experiência de 1 a 3 anos no setor (Figura 3).

Figura 3. Tempo de Experiências Anteriores



Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que mesmo que a maioria destes funcionários tenha trabalhado na área bancária, pode se considerar que o tempo de experiência é baixo, ou seja, são considerados novos em serviços bancários. Por outro lado, considerando a dinâmica das transformações tecnológicas do setor, poder ser tempo suficiente para estarem atualizados com as ferramentas digitais.

4.2. Incentivos e capacitações oferecidas pelas instituições quanto a tecnologia digital implantada e aos seus usuários

Dos pesquisados, 22% afirmaram que a instituição financeira não oferece capacitação para lidar com novas tecnologias, enquanto 78% apontam que a instituição oferece capacitação. A capacitação é importante pois os bancos necessitam implantar programas de treinamentos para manter o pessoal atualizado dentro da organização (Takata, 2002).

Dentre os que afirmaram receber capacitação, isso acontece através de treinamentos, cursos online ou presenciais interativos de acordo com a demanda e complexidades das atividades. Outros afirmaram que os cursos são ofertados por vídeos aulas pelo portal da própria instituição, treinamentos internos, palestras, demonstrações, *e-learning* (aprendizagem eletrônica ou ensino não presencial apoiado em tecnologia de informação e comunicação - TIC e Pental (sistema numérico). Além destes, alguns respondentes ressaltam que a instituição oferece treinamentos básicos e, muitas vezes, são necessários buscar por conta própria cursos mais aprofundados.

Quanto aos cursos e palestras oferecidas sobre as tendências tecnológicas, observou-se que 46,67% dos respondentes afirmam que sua instituição não oferece e nunca ofereceu cursos ou palestras. Outros 36,67% responderam que às vezes sua instituição oferece, não sempre. 16,67% ressaltam que sempre são ofertados cursos, palestras e novidades sobre essas tendências.

Sobre a questão da existência de incentivos por parte da instituição bancária em realizar especializações além do que é oferecido por elas, 68% responderam que existe o incentivo à realizar especialização além do que é ofertado, pois acreditam que isso melhora a qualidade dos serviços prestados e conseqüentemente agregará mais valor ao produto ou serviço oferecido. Outros 32% afirmam não ter incentivos pela instituição, mesmo assim buscam por iniciativa própria.

Nesse contexto, os funcionários foram questionados, se os mesmo realizam os cursos de capacitação disponíveis voltados às tecnologias digitais no portal do funcionário da sua instituição. 45% responderam que realizam todos os cursos voltados às tecnologias oferecidos. Outros (30%) fazem somente alguns cursos, 13% realizam os curso mais importantes, 5% ressaltam não fazer nenhum, ainda afirmaram não ter tempo para se dedicar a realização dos mesmos. Por fim, 7% reponderam que não realizam os cursos e não justificaram suas respostas.

Quanto a percepção dos funcionários sobre os cursos e treinamentos que eles realizam para exercer as atividades diante das tecnologias digitais, 48% admitiram que atenderam parcialmente suas expectativas, 7% que não foram suficientes. Destaca-se que pelo grau de exigência e dificuldades da tecnologia, os funcionários deveriam ser capacitados pela própria instituição financeira. Outros 45%, estão satisfeitos, pois a instituição investe e se preocupa com capacitação de seus funcionários.

4.3. *Iniciativas individuais em busca de novas capacitações*

Dos respondentes, 38% não utilizam nenhuma estratégia para se manter atualizados e melhorar a empregabilidade, enquanto 62%, demonstraram preocupação e responderam estar investindo em estratégias inividuais para melhorar suas qualificações e se manterem empregados. Esses últimos demonstram fazerem parte da categoria de talentos, com visão estratégia são as que buscam capacitação por conta própria (Bauman, 2001; Carvalho, 2010).

As estratégias utilizadas, de acordo com os respondentes são: sempre estar fazendo cursos e treinamentos interativos, extracurriculares em *sites*, principalmente aproveitar o tempo livre dos feriados e finais de semanas para realizar os mesmos. Outros afirmaram que aproveitam ao máximo realizarem todos os cursos de capacitação que a instituição oferece, pois sabem que alguns não fazem e isso já pode ser um diferencial com o seu próprio concorrente de atrabalho. Alguns voltaram a faculdade para terminar cursos que haviam trancados diante da necessidade de concluir uma graduação. Ressaltaram, as pós-graduações ou especializações na área financeira ligada a tecnologia para se manterem atualizados e serem mais digitais ou se atualizar por conta própria, sempre antenados às novas tendências tecnológicas. Também estão realizando cursos de idiomas e informática e ter entendimento de todos os setores da empresa ligado a tecnologia, estão saindo de suas zonas de conforto e nunca ignorar os processos tecnológicos.

4.4. *Mudanças nas organizações em relação a implantação das tecnologias*

Dos 70% dos pesquisados responderam que a inserção da tecnologia facilitou a realização das atividades e 10% que a tecnologia diminuiu o volume delas. As tecnologias digitais realmente tornaram o trabalho mais flexível e rápido (Fonseca, Meireles & Diniz, 2010). Em contrapartida, 11% dos pesquisados afirmam que as tecnologias tornaram os trabalhos mais complexos, sendo que três desses ocupam o cargo de gerente de atendimento pessoa física e jurídica, dois o cargo de caixas e um o cargo de gerente geral. Outros 2% afirmaram que as tecnologias representam acúmulos de trabalho, corroborando Harvey (2001): a implantação de sistemas causa incapacidade no ambiente de trabalho, pois exige uma adaptação rápida e nem todos estão preparados. Os pesquisados (5%) sentem falta do público, são gerentes gerais, gerente de atendimento pessoa física e jurídica e supervisor administrativo e 2% não percebem

mudanças.

De acordo com as mudanças ocorridas, questionou-se, se os funcionários percebem resistência por parte dos colegas em utilizar as tecnologias digitais. A maioria, 85% não percebem resistência, pelo contrário, o pessoal está preocupado com as mudanças, assim fazem tudo para aceitar os novos modelos de trabalhos.

Os outros 15%, percebem certa resistência, em parte devido às mudanças serem muito rápidas e terem muito intermediários até a conclusão do processo, outros ressaltaram que percebem grandes resistências dos que não querem sair das zonas de conforto ou rotinas para se adequarem aos novos sistemas, principalmente os de mais idade e tempo de serviço. Como destacado por Takata (2002): se mantém os profissionais antigos, pois desenvolvem rotinas retratando resistência às mudanças. Alguns responderam que a grande dificuldade que acarreta resistências é à falta de conhecimentos e habilidades.

Sobre se a adoção da tecnologia digital exigiu novas habilidades dos funcionários, se eles mudaram seus padrões de trabalho ou tiveram que ser mais ágeis e flexíveis na realização das novas atividades, 42% afirmam não, pelo contrário, facilitou trabalhar com o cliente digital, pois a informação, em alguns casos, chega antes ao cliente que ao gerente. 58% responderam que a adoção da tecnologia digital exigiu sim novas habilidades dos funcionários e tiveram que mudar seus padrões de trabalhos, caso contrário, sofreriam mais ou estariam fora do mercado de trabalho. Isso mostra a mudança de perfil dos trabalhadores para lidar com a tecnologia (Takata, 2002; Virilio, Paciornik & dos Santos, 1997).

Para pesquisados a exigência de novas habilidades os força buscar aprendizado constante, realizar treinamentos para ter raciocínio rápido e agilidade nas atividades, buscar informações sobre novas atividades, principalmente no processo de orientação às mudanças e adaptabilidade, também, ter controle de paciência. Precisam ser flexíveis para maior conhecimento digital e aperfeiçoar seus trabalhos. Em relação as mudanças de padrões, se ajustarem à novas rotinas e novos procedimentos. Os métodos de trabalho mudaram, forçando-os ao aprimoramento no atendimento, se adequar as vendas por telefone, pois muitos clientes não frequentam mais as agências.

Quanto as exigências citadas por elesum aspecto diz respeito ao suporte técnico adequado aos funcionários para trabalhar com as tecnologias adotadas. 83% afirmaram ter esse suporte, algumas instituições cobram isso antes mesmo da tecnologia ser implantada, enquanto 17% afirmam não ter.

Assim, de acordo com as mudanças nas instituições financeiras, a pesquisa analisou

também a percepção dos funcionários em relação à contratação ou demissão no processo de implantação das tecnologias digitais nas instituições financeiras, 37% afirmam que houve queda no número de contratações após a implantação de algumas tecnologias. Em contrapartida, 5% afirmam que houve aumento no número de contratações, para 28% aumento nas demissões e 15% não percebem nenhuma alteração.

Outros 7% complementaram, que as demissões estão ligadas com a tendência de cada vez mais as agências se tornarem totalmente digitais, ou seja, substituição da mão-de-obra pelos novos sistemas. Também, outros respondentes afirmam que as demissões podem ser pelas alterações ligadas a deficiências operacionais com a necessidade de maior capacitação, corroborando com Monteiro (2008).

4.5. Perspectivas futuras em relação ao emprego

Dos pesquisados, 50% responderam que não estão preocupados com a inserção das tecnologias digitais nas agências bancárias. Justificam que sempre será necessário o fator humano para manusear os processos bancários, ou seja, sempre existirão necessidades de pessoas nos processos operacionais e que em nenhum momento o pessoal será totalmente extinto dos seus postos de trabalhos.

Para aqueles que não estão preocupados, a tecnologia é essencial para o sistema financeiro hoje e no futuro, principalmente por facilitar as atividades bancárias. Também, que o número de empresas certamente será reduzido, porém o trabalho humano ainda será importante. Tecnologia é o futuro de qualquer profissão e muito importante e necessária para os clientes, pois oferece autonomia a eles. Todavia, o contato humano sempre será necessário para fidelidade do cliente.

Metade dos respondentes estão preocupados com a inserção de tecnologias digitais nas agências pela substituição do homem por ela ou por pessoas novas, mais capacitadas e pela possibilidade de perda de emprego, como já afirmado por Costa (2001) a desqualificação gera desemprego. Alguns também argumentam que é grande a preocupação com a insegurança nas tomadas de decisões que a tecnologia representa e pela complexidade que o trabalho se tornará.

Com relação à percepção do trabalho futuro nas agências bancárias ligadas a tecnologia digital, constatou-se que a maioria percebe que a tecnologia ajuda a cada dia, tanto no trabalho quanto para os clientes que buscam facilidade e agilidade. Exige mudanças e para isso precisam atenção no atendimento dessas exigências. Indicam também que, além de proporcionar agilidade nos processos, mobilizam as demandas internas, principalmente processos operacionais.

Outros funcionários afirmam que precisam se atualizar, buscar inovar sempre, para estarem preparados para o futuro, pois cada vez mais a tecnologia vai avançar e eles, precisam estar atentos. Acreditam que devem se profissionalizar para estarem em posição de destaque, pois sempre haverá a necessidade humana, assim, devem estar preparados para assumir as posições que surgirem. Alguns ressaltaram que toda automação e evolução tecnológica provoca redução do número de pessoas empregadas, mas há sempre o crescimento em outras áreas como sistemas, automação, programação e até mesmo vendas, ou seja, sempre existirão funções que jamais serão substituídas por máquinas.

Porém, outras afirmativas indicam que eles precisam ser receptivos as tendências futuras, pois se não acompanharem o mercado, certamente ficarão de fora, uma vez que a tecnologia em todas as áreas fará substituição de pessoas por máquinas. O trabalho será

escasso reduzindo assim custos para as empresas. Muitos afirmaram que, com o intuito das agências reduzirem seus patrimônios, espaço físico e também reduzir funcionários nos setores de maior importância, não haverá atendimento de caixa, somente autoatendimento, com isso haverá demissões em grandes escalas. Também, com a redução na necessidade de funcionários, haverá acúmulo de funções e sem remuneração adequada.

Alguns veem o banco apenas como máquinas, sem funcionários sem atendimento humanizado. Acreditam que logo serão apenas escritórios de negócios ou agências virtuais. O trabalho será em grande parte relacionamentos digitais, assessoramentos remotos e com hora marcada. Alguns afirmaram que muitos serviços solicitados pelos clientes já são efetuados de forma não presencial, por aplicativos, celulares, internet *banking* e 0800. Para outros, esse tipo de atendimento facilitará a todos e o banco terá relacionamento pessoal somente na área comercial.

Outras respostas mostraram que no futuro o atendimento se dará a partir do local onde o usuário estiver, sem precisar ir à agência. Será mais ágil, fácil, totalmente digital e sem papéis, apenas o essencial. Existe a crença que melhorias são bem-vindas para ajudar nas atividades e a sociedade. Destaca-se a resposta:

As gerações anteriores ainda apresentam resistências e mantêm o hábito de vir à agência. As antigas gerações ainda não se adaptaram, ainda vai levar tempo, porém as novas gerações se adaptaram muito bem. Não há como barrar o uso da tecnologia para manter o emprego, é questão de adaptação. Com certeza terá reflexo negativo na empregabilidade, porém não há muito que fazer para reverter o quadro. As empresas, principalmente os bancos, visam lucros. A parte comercial (gerentes) será menos impactada, pois as vendas de produtos dependem muito do relacionamento com os clientes. Porém, a parte do atendimento terá maiores impactos. Já houve experiências com gerentes através de atendimento virtual, por uma agência X, não teve muita aceitação na época por parte dos clientes, gerando muito descontentamento (Pesquisado 29).

Finalizando, alguns funcionários se julgaram incapacitados em responder à questão sobre perspectivas futuras em relação ao emprego. Uns pela falta de experiência e, outros ressaltaram nada a declarar sobre o assunto.

5. Considerações finais

O desenvolvimento desse trabalho possibilitou verificar a inserção das tecnologias digitais na perspectiva dos funcionários e possibilitou compreender os efeitos provocado nas agências bancárias em Dourados-MS, Brasil. Foi possível também, identificar o perfil profissional presente nas agências; identificar que tipos de capacitações estão sendo ofertadas quando há inserção de novas tecnologias no trabalho; verificar se há iniciativas individuais em busca de novas capacitações em relação ao trabalho realizado ou em relação à empregabilidade; e identificar quais são as perspectivas futuras em relação ao emprego.

Constatou-se o perfil predominante nas agências bancárias sendo de pessoas jovens e com pouco tempo de experiências na área. Este fato se relaciona a contribuição, a entrada de ideias inovadoras para desenvolver novos padrões de serviços. Outro aspecto interessante observado foi a presença significativa de mulheres nas atividades bancárias, justificado em grande parte, pela facilidade de relacionamento com clientes em áreas comerciais.

Em vista disso, a pesquisa permitiu compreender também a inserção das tecnologias digitais nas agências, e como está ocorrendo de forma lenta. Observou-se presença relevante do cargo de caixa, sendo que no contexto de inovação e tecnologias digitais, são os mais afetados. Apesar de lenta, a inserção causa mudanças organizacionais, principalmente nas relações de trabalho, pois as novas atividades exigem qualificação dos trabalhadores. Também foi constatado aumento do desemprego e queda nas contratações, em grande parte por causa da agilidade e facilidade trazida nos processos pela tecnologia.

Em relação às perspectivas futuras referentes ao emprego e a implantação das tecnologias digitais, constatou duas versões importantes. Em primeiro, metade dos pesquisados não estão preocupados com seu emprego futuro em função das tecnologias. Acreditam que em nenhum momento serão totalmente extintos das atividades bancárias e, também pelos empregos gerados em outras áreas financeiras. Uma questão importante, diz respeito as condições para ocupação de cargos no futuro, visto que nem todos os funcionários questionados buscam capacitação além das oferecidas pelos bancos. Muitos nem realizam todos os cursos e treinamentos oferecidos.

Outra metade dos bancários temem a perda do emprego, estão inseguros com a complexidade dos trabalhos futuros e buscam qualificação investindo estrategicamente em capacitação. Além dos treinamentos oferecidos pelo banco, buscam qualificação fora do sistema, pois acreditam que somente assim, se manterão atualizados e conseguirão manter seus empregos.

Sugere-se para pesquisas futuras a sequência deste trabalho, principalmente na fase pós-implantação tecnológica, ou seja, em que todas as agências se tornarão totalmente digitais, para que novas contribuições possam ser trazidas e refletidas.

6. Referências

- Bauman, Z. (2001). *Modernidade líquida*. Tradução: Plínio. Dentzien Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 255p.
- Blanger, A. (2007). *A percepção dos funcionários da agência empresarial oeste catarinense sobre a proposta de qualidade de vida no trabalho do banco do Brasil S/A*. 2007, 54 f. Dissertação (Pós-Graduação em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Porto Alegre - RS.
- Carvalho, A. M. de. (2012). O impacto da tecnologia no mercado de trabalho e as mudanças no ambiente de produção. *Revista Evidência*, 6(6).
- Costa, G. M. F. Q. (2001) A influência das tecnologias da informação e comunicação nas mutações do trabalho. In - *XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação. INTERCOM*. Campo Grande/MS. 2001. O tele trabalho – Sociedade brasileira de estudos interdisciplinares da comunicação. Campo Grande/MS.
- Cruz, T. (2014). *Sistemas de informações gerenciais: tecnologia da informação e a empresa do século XXI*. 4 ed. São Paulo: Atlas.
- Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos [DIEESE] (2016). *Bancos seguem com lucros elevados, mas reduzem postos de trabalho e agências*. São Paulo. 2016. p. 12. Recuperado de: https://www.dieese.org.br/desempenhodosbancos/2016/desempenhoDosBancos1_Semestre2016.pdf.
- Fonseca, C. E. C. D., Meirelles, F. D. S., & Diniz, E. H. (2010). *Tecnologia bancária no Brasil: uma história de conquistas, uma visão de futuro*. São Paulo: FGVRAE. 1º ed, p 420.
- Fuentes, R. C. (2005). *Apostila de automação industrial*. 2005. 11f. Colégio técnico industrial de Santa Maria. UFSM. Santa Maria, RS. Recuperado de: http://w3.ufsm.br/fuentes/index_arquivos/CA01.pdf.
- Grisci, C. L. I. (2008). Trabalho imaterial, controle rizomático e subjetividade no novo paradigma tecnológico. *RAE-eletrônica*. São Paulo. Vol. 7, n. 1 (jan/jun. 2008), Art. 4, [23 f.].
- Harvey, D. (2001). *Condição pós-moderna*. São Paulo: 15 ed. Loyola.
- Jinkings, N. (1995). *O mister de fazer dinheiro: automatização e subjetividade no trabalho bancário*. São Paulo: Bom tempo Editorial, 135.

- Kugelmass, J. (1996). *Teletrabalho: novas oportunidades para o trabalho flexível*. São Paulo: Atlas, 199.
- Laudon, K. C. & Laudon, J. P. (2007). *Sistemas de informação gerenciais*. 7. ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Lazzarato, M. & Negri, A. (2001). *Trabalho imaterial: formas de vida e produção de subjetividade*. Scielo, Rio de Janeiro: DP&A.
- Lucchesi, C. P. (1995). 180 mil bancários vão perder vaga em 5 anos. *Folha de São Paulo*, São Paulo. Caderno Dinheiro. p. 2-3.
- Maçada, A. C. G., Becker, J. L., & Lunardi, G. L. (2005). Efetividade de conversão dos investimentos em TI na eficiência dos bancos brasileiros. *Revista de Administração Contemporânea*, 9(1), 9-33.
- Monteiro, G. O. (2008). *As novas tecnologias introduzidas no sistema bancário brasileiro após plano real*. 2008. 54p. Dissertação-Universidade Federal de Santa Catarina - Centro socioeconômico departamento de ciências econômicas curso de graduação em ciências econômicas, Santa Catarina.
- Netz, J. A. & Mendes, J. M. R. (2006). O massacre dos trabalhadores bancários e a ação sindical: sobre jornadas, metas excessivas, pressão, medo, práticas gerenciais autoritárias versus práticas preventivas. *Boletim da saúde*, 20(1), 25-34.
- Oliveira, M. (2011). A revolução tecnológica no contexto da globalização. FAPAF *Trabalhos Científicos*. Tocantins. Recuperado de: http://fapafcientifico.blogspot.com.br/2011/07/artigo_cientifico-revolucao-tecnologica.html.
- Osten, R. (2017). *Demissões em massa e jornada de trabalho são pauta de grupos de trabalho do Itau*. CONTRAF-CUT. São Paulo, 2017. Recuperado de: <http://www.contrafcut.org.br/noticias/demissoes-em-massa-e-jornada-de-trabalho-sao-pauta-de-grupos-de-trabalho-do-itau-9911>.
- Penella, I. (2000). *Ler: Uma jornada de sofrimento no trabalho bancário*. 2000.198f. Dissertação. (Mestrado em Sociologia) Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.
- Pereira, M. (2014). *Enquanto demitem, bancos investem em tecnologia para reduzir agências*. CONTRAF-CUT. São Paulo. Recuperado de: http://contrafcut.org.br/noticias/enquanto-demitem_bancos-investem-em-tecnologia-para-reduzir-agencias-80c6.
- Rezende, D. A., & Abreu, A. F. D. (2000). *Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais*. São Paulo: Atlas.
- Rosa, N. C. S. (2009). *A satisfação do cliente pessoa física seguimento estilo na utilização da internet banking como solução de autoatendimento*. 2009. 40 f. Dissertação (Gestão de Negócios Financeiros) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Santos, R. (2017). *Desafios para o banco na era da digitalização*. São Paulo. Notícias terra tecnologia. Recuperado de: <http://computerworld.com.br/desafio-para-os-bancos-na-era-da-digitalizacao>.
- Segnini, L. R. P. (1999). Reestruturação nos bancos no Brasil: desemprego, subcontratação e intensificação do trabalho. *Educação & Sociedade*.
- Segnini, L. R. P. (1998). Relações de gênero no trabalho bancário informatizado. *Cadernos pagu*, 10, 147-168.
- Takata, J. (2002). *A Tecnologia da informação nos bancos*. O impacto no nível de emprego nos bancos brasileiros. 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração de Empresas). Escola de Administração de Empresas (EAESP). Fundação Getúlio Vargas (FGV), São Paulo.
- Vigneron, J. (1996). *Comunicação interpessoal e formação permanente*. Angellara.
- Virilio, P., Paciornik, C. M., & dos Santos, L. G. (1996). *Velocidade e política*. Estação Liberdade.

La gestión de la tecnología y la innovación en Fuerzas Navales: un análisis comparativo entre Estados Unidos, España, Colombia

Andrés Felipe Saldarriaga-Arenas
Estudiante Administración Tecnológica, Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias
Económicas y Administrativas, Colombia
saldarriagaarenas@gmail.com

Breyner Jimenez-Navia
Teniente, Armada Nacional de Colombia, Escuela Naval, Colombia
breyner.jimenez@armada.mil.co

Eliana María Villa-Enciso
Docente investigadora, Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias Económicas y
Administrativas, Colombia
elianavilla@itm.edu.co

Jonathan Bermúdez-Hernández
Docente investigador, Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias Económicas y
Administrativas, Colombia
jonathanbermudez@itm.edu.co

Óscar Fernando Castellanos-Domínguez
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
ofcastellanosd@unal.edu.co

Claudia Nelcy Jiménez-Hernández
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
cnjimenezh@unal.edu.co

Resumen

Esta ponencia tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre las Fuerzas Navales, de Estados Unidos, España y Colombia aportando al conocimiento de la actividad científica en la temática de la gestión tecnológica y la innovación naval – GTI de cada nación. La importancia que brinda la GTI en el ámbito naval militar, radica en que es que el medio por el cual se logra una ventaja estratégica que permita mejorar las capacidades para alcanzar objetivos misionales. Por consiguiente la GTI sirve para promover los procesos científicos que generan desarrollo tecnológico propio (independencia tecnológica), imprescindible y pertinente para las fuerzas militares a tono con las ventajas estratégicas que supone el uso de la ciencia aplicada a la resolución de las más sentidas necesidades, donde la innovación se convierte en un factor determinante para maximizar el uso de los recursos disponibles y disminuir el grado de dependencia tecnológica de terceros en la solución de los requerimientos propios. La metodología utilizada fue la revisión de literatura en bases de datos especializadas y en bases de datos de la Fuerza Pública, con apoyo de entrevistas, para un análisis comparativo. Dentro de los resultados más relevantes se destaca, la desagregación y el análisis de los factores claves como i) valor estratégico de la tecnología, ii) competencias y capacidades tecnológicas, iii) funciones de la GTI, iv) control y vigilancia. Una de las conclusiones establece que la Armada colombiana aún depende de las innovaciones tecnológicas de países industrializados, entre ellos

Estados Unidos, por esto, es necesario fortalecer la I+D+i militar nacional para ir aumentando independencia tecnológica que permita avanzar en la solución a las necesidades locales.

Palabras clave

Gestión de Tecnología, Gestión de Innovación, Análisis Comparativo, Armada, Factores Clave

1. Introducción

La gestión de tecnología y de innovación - GTI ha sido ampliamente reconocida por la incidencia que puede llegar a tener en el desarrollo de países y como herramienta clave para la ventaja competitiva. En Colombia, el tema se ha fortalecido desde escenarios civiles y militares. La GTI es hoy día un aspecto relevante en la sociedad del conocimiento, destacándose como un elemento que representa un recurso estratégico en las instituciones y países (Porter, 1991).

En el panorama global de incertidumbre permanente, las Fuerzas Militares - FFMM asumen continuas transformaciones para ser eficaces en el cumplimiento de su función principal, necesitan adecuar la estrategia con el fin de mejorar la toma de decisiones (Evans, 2004). Por eso es necesario adaptarse a los cambios que exigen los escenarios de guerra o diferentes amenazas. Para lograrlo, se requiere la implementación de procesos que permitan su reorganización. Para alcanzar esas adaptaciones realizan procesos de GTI, que es una de las formas más utilizadas para alcanzar con éxito la labor de transformación en una FFMM partiendo de tres ejes fundamentales: i) la doctrina,

ii) la tecnología y iii) la estructura organizacional (Farrell, 2008).

La innovación según Farrell (2008), es un proceso dinámico que envuelve diferentes factores para mantener las FFMM vigentes en cualquier escenario futuro. Para lograr la implementación de procesos GTI, es indispensable el seguimiento a los avances tecnológicos. La relación directa existente entre los avances tecnológicos y las FFMM es fundamental (Mayer, 2011), ya que permiten mejorar su desempeño (Evans, 2004; Hoyt, 2006). Según Jordán (2013), “la innovación militar es el resultado de un cambio integral que afecta sustancialmente a la doctrina, entrenamiento y también la estructura orgánica y/o materiales en una o varias ramas de una Fuerza Militar, que aumenta la efectividad del cumplimiento de las misiones asignadas”.

En las FFMM, es común encontrar diferentes métodos de GTI, especialmente por aquellos que han estado en diferentes situaciones de conflicto, buscando obtener capacidades que proporcionen flexibilidad y permitan adaptarse rápidamente a los cambios exigidos por el entorno. La ventaja de gestionar la tecnología e innovación ha sido demostrada; no obstante, las condiciones de cada FFMM son diferentes, en el entorno cultural, influencias externas y preferencias que determinan la pertinencia de implementar, ajustar o desarrollar nuevas formas (Farrell, 2008). La investigación y el desarrollo militar contribuye en gran medida a los avances tecnológicos actuales (Mayer, 2011). La GTI es una herramienta estratégica para las instituciones, que permite el desarrollo y el uso de la tecnología y el logro de la innovación (Liao, 2005).

Las FFMM utilizan la GTI para mejorar la ventaja estratégica que permite optimizar las capacidades para alcanzar objetivos misionales y su visión estratégica. En Colombia, la Armada ha definido convertirse en una marina influyente por eso se proyecta como una “Armada Mediana de Proyección Regional”, esta iniciativa, está alineada con la visión de Colombia como país influyente en el ámbito marítimo por contar con dos océanos (Alonso &

Gómez, 2017). Alcanzar esa visión de “Proyección Regional”, la GTI es esencial para la Armada, dado que coadyuva a mejorar sus capacidades para ser superiores, para esto desarrolla procesos de GTI, desde el año (2010), permitiendo fortalecerse a sí mismo y a el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de las FFMM (Departamento Administrativo de Ciencia, 2010b).

Se debe reconocer que la Armada debe ser sensible a la implementación de procesos de innovación (Rodríguez, 2015), tales como programas de I+D, que permitan acumular conocimiento científico orientado a mejorar las capacidades en respuesta a mejorar su posición estratégica como marina influyente en la región, también para desarrollar o adquirir tecnología que logre anticipar las necesidades tecnológicas (GAO, 2017), de ahí la búsqueda constante de soluciones a sus necesidades en materia de defensa y seguridad que sean más apremiantes e imperativas (Centro de Educación Militar, 2015).

Por consiguiente, el objetivo de esta ponencia es realizar un análisis comparativo entre tres Armadas, relacionadas con la temática de GTI, a partir de una revisión de literatura. En primera instancia, se presentan los conceptos relacionados con el objeto de estudio, posteriormente, se presenta la metodología de la investigación; luego, los resultados, los cuales incluyen elementos y características de las Armadas analizadas y por último las conclusiones del estudio.

1.1. Gestión Tecnológica – GT

Incorpora acciones, herramientas y métodos para integrar la ciencia y la ingeniería a los procesos organizacionales, para proyectar las fortalezas, oportunidades y corregir las amenazas y debilidades para incrementar la competitividad en las organizaciones (Consuelo, Prada, & Vargas, 2011). Se fundamenta en ejecución de un conjunto sistemático de procesos de gestión como son planear, dirigir, organizar y controlar la tecnología, con el fin de implementar tecnologías claves para el cumplimiento de los objetivos estratégicos capaces de generar productos y servicios competitivos a partir de la explotación de su capacidad tecnológica (Gerard Gaynor, 1999; Ochoa Ávila, Valdés Soa, & Quevedo Aballe, 2007).

La GT se beneficia de los avances de la ciencia y la tecnología creando valor y generando innovaciones para las organizaciones (Jiménez & Castellanos, 2008; Sánchez, Lago, Ferràs, & Ribera, 2011; Tapias G., 2000). Además, sirve para crear barreras de entrada a competidores mediante la variable tecnológica, ya sea por desarrollo propio o colaborativo, o por medio de la adquisición de tecnologías apropiadas para la organización. De la misma forma, la GT interviene transversalmente en la innovación, al aplicarse en sus procesos, en la generación, adquisición, adaptación, comercialización y transferencia de conocimiento convertido en tecnologías blandas y duras. En este sentido, la GT ampara el logro de la estrategia institucional, adoptando y ejecutando políticas, estrategias, planes, programas y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología dentro de la organización (Gerard Gaynor, 1999; Ochoa Ávila et al., 2007).

1.2. Gestión de Innovación – GI

La innovación es un fenómeno que impacta directamente el desarrollo económico de los países y se logra cuando existe la aceptación social o económica de la novedad, traducido en productos, servicios, procesos, marketing y nivel organizacional (OECD & Eurostat, 2007). De acuerdo con Ortiz & Pedroza (2006), la GI es la solución inventiva que resuelve un problema

de mercado en el contexto de la estrategia de una empresa. La solución es tan original que los competidores no la copian, ni la reproducen, ni tan fácil, ni tan rápido para mantener la ventaja competitiva. La GI crea conocimiento singular para que nadie lo tenga y se constituye en una ventaja competitiva duradera (Gilman, 1992; Kao, 2009).

1.3. Relación entre la Gestión Tecnológica y la Innovación

La GTI son procesos que permiten el desarrollo y despliegue del conocimiento científico y el conocimiento tecnológico para aplicarlo en la solución de problemáticas institucionales, puestas de manifiesto en la creación y/o mejoramiento de productos y servicios significativos para la sociedad en general y las instituciones lograr una ventaja competitiva diferenciadora. En las instituciones militares está asociado a mantener el conocimiento científico y tecnológico que se está desarrollando, y de esta forma poder evaluar y alcanzar superioridad a través de la mejora en capacidades operativas militares. (Bitrán, Benavente, & Maggi, 2011).

1.4. Fuerzas Militares – Armada

Entidades dedicadas a la elaboración de componentes y a prestar servicios con especificaciones militares, conformadas por Ejército, Armada y la Fuerza Aérea tienen como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional para un efecto positivo en el desarrollo de los países (Medina, 2001). La gran mayoría de las Naciones del mundo que poseen litorales, tienen una Armada encargada de defenderlos, los miembros que hacen parte de esta Fuerza Militar pueden realizar gran variedad de tareas relacionadas con la navegación, la seguridad nacional y la seguridad del océano en sus diferentes extensiones como son el mar territorial, zona contigua y zona económica exclusiva¹.

El Estado, a través de la Armada debe proteger los intereses marítimos² del país, y garantizar la seguridad integral en la explotación de dichos intereses; y cuya filosofía comprende todas las acciones destinadas a proteger la vida humana en los espacios marítimos y fluviales de la Nación (B. Jiménez & Moreno, 2017). En el caso Colombiano, para mantener la integridad del territorio, la Armada Nacional mantiene operaciones militares, que coadyuvan a la recuperación y consolidación de la paz y la seguridad, para garantizar el uso legítimo de los espacios marítimo, fluvial y lacustre del país (García Márquez, 2011).

2. Metodología

La investigación descriptiva, no experimental y transversal, presentada en esta ponencia, se realizó teniendo en cuenta la bibliografía consultada las bases de datos, Scopus y las del Sistema Integrado de Bibliotecas para Fuerza Pública de Colombia. El método utilizado fue el

¹ Ley 10 de 1978: Congreso de Colombia. (4 de agosto de 1978). Por medio de la cual se dictan normas sobre mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental, y se dictan otras disposiciones., Recuperado: <https://www.dimar.mil.co/content/ley-10-de-1978>.

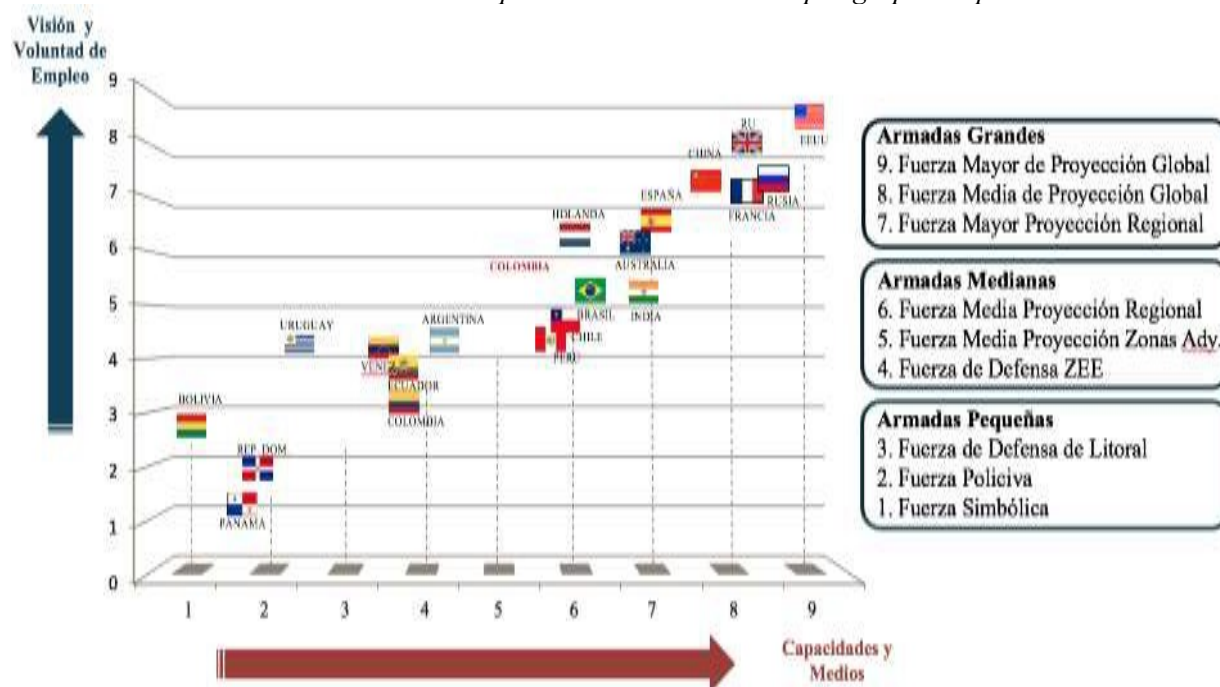
² Intereses Marítimos: “Son los bienes y atributos del mar que un Estado considera útil y conviene aprovechar y proteger, siendo determinados por las altas autoridades del Estado para usufructuar las ventajas y los recursos que le brindan los litorales, los océanos, las aguas jurisdiccionales, el lecho y el subsuelo marino”. Fuente: Doctrina de Planeación Estratégica Naval (Armada Nacional de Colombia, 2014).

análisis comparativo cualitativo de la GTI entre Armadas (Mendez, 2000, & Sampieri, 2014), al igual se recurrió a entrevistas que permitieron la recolección de información de expertos en la Armada Nacional de Colombia.

El análisis comparativo, es una herramienta que permite mejorar el desempeño y la competitividad en las instituciones. Su alcance aplica en instituciones privadas y públicas. De acuerdo con Badia y Bellido, (1999) la evaluación comparativa es un proceso de evaluación y aplicación de las mejores prácticas para mejorar la calidad. (citado en Intxaurburu, Ochoa & Velasco, 2007). “La evaluación comparativa es una herramienta de mejora, que a través de la comparación con otras instituciones reconocidas como las mejores dentro del área” (Espejel, 2014, p. 45). En otras palabras, la evaluación comparativa es aprender de las mejores actividades, procesos o prácticas de gestión, para lograr los mejores resultados. Es una herramienta orientada al cambio e innovación, que implica aprendizaje, gestión del conocimiento y adaptación. El objetivo es el aprendizaje y aplicación de las prácticas, para adaptarlas, crearlas, rediseñarlas y facilitar un análisis adicional acorde a las necesidades de la institución (Gurutze, Clemente, & Balmaseda, 2005). Para realizar el análisis comparativo se deben establecer factores de comparación o factores claves - FC. Boxwell, Rubiera, McShane & Zaratiegui (1995) proponen focalizarse en pocos indicadores para lograr las mejoras necesarias. Para conocer los factores clave que inciden en el desempeño de la institución, es necesario contar con información suficiente, adecuada, actualizada y confiable.

Los FC de la GTI en instituciones navales se seleccionaron a partir de una revisión de literatura de GTI y lo descrito en el Plan Estratégico Militar 2030 (J. P. Rodríguez, 2016), en la sección “Qué implica transformarse” en la Fuerza Pública de Colombia; como resultado de la literatura se establecieron cuatro FC, estos a su vez, contienen dimensiones que pueden denominarse sub variables, para detallar aún más las variable en estudio o los FC. Los FC definidos y analizados para cada una de las Armadas fueron: i) valor estratégico de la tecnología, ii) competencias y capacidades tecnológicas, iii) funciones de la GTI, iv) control y vigilancia; estos se ampliarán más adelante en la sección de resultados. Así mismo, para realizar el análisis comparativo, fue necesario tomar referentes internacionales, para obtener un óptimo nivel de comparación, teniendo en cuenta esto, se seleccionaron tres Armadas, con base en el estudio realizado por el Grupo Asesor Permanente de la Armada (Santamaria, 2017) y la clasificación realizada por Geoffrey Till (2007), donde se ubican las Armadas más representativas del mundo en un cuadrante, según su poderío naval, como se muestra en la ilustración 1.

Ilustración 1 Jerarquización de las Armadas por grupos de poderes



Fuente: Adaptado de las actividades de Till, (2007)

Las Armadas seleccionadas fueron: Estados Unidos, España y Colombia. Estados Unidos por ser una Fuerza Mayor de Proyección Global, la marina más importante y el primer referente en el mundo, además de ser reconocida por su capacidad tecnológica e innovación, también porque Colombia ha participado de manera directa en operaciones navales combinadas como UNITAS, RIMPAC, PANAMAX³. España por ser el primer referente de Proyección Regional, aspiración a la que Colombia le apunta en su visión al año 2030, también por ser un referente en Seguridad Marítima Mundial (H. Rodríguez, Osorio, Uribe, & Chavez, 2017) y uno de los miembros más antiguos de la OTAN (2019) al igual Colombia se configuró como socio global de la OTAN en el año (2018). Por otro lado España y Colombia han participado en operaciones navales combinadas como ATALANTA, OCEAN SHIEL⁴, España también es un país aliado de Colombia y sostiene convenios de cooperación militar (ABC Internacional, 2014). Por último, Colombia como caso de estudio para adoptar las mejores prácticas de los referentes mencionados.

3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados en dos partes: en la primera los conceptos y dimensiones de los Factores Clave de éxito que fueron analizados en las Armadas seleccionadas para el estudio y en el segundo, el análisis comparativo entre organizaciones navales y la relevancia en los procesos de GTI

³ Operaciones navales combinadas permanentes, bajo la dirección y organización de la Armada de los Estados Unidos. (Alonso & Gómez, 2017)

⁴ Operaciones navales de la ONU, en programa de la protección de buques del programa mundial de alimentos en

3.1. Valor estratégico de la tecnología

El valor estratégico de la tecnología está relacionado con disponer de capacidad tecnológica propia, tanto en el plano de la producción, como en el de la innovación (Ruedas, 2013). Es la posibilidad de desarrollar o aplicar un tipo de tecnología, que contribuya a configurar la respuesta a los requerimientos sociales y necesidades del mercado; resolver los requerimientos, lo cual repercute de manera directa en el aumento de la competitividad, capacidad de crecimiento, generación de utilidades y enfrentar con éxito las nuevas realidades de su mercado. Los desarrollos tecnológicos deben evolucionar de manera acelerada y progresar a un ritmo adecuado para evitar obsolescencias (Rodríguez, 2014).

En el mismo sentido, las soluciones tecnológicas y la innovación determinan el grado y el tipo de intervención en el ámbito de la ciencia y la tecnología. La relación de la institución con el mercado, debe estar equilibrada entre la adopción de tecnología por parte de la entidad y la demanda del mercado; el flujo de conocimientos hacia la institución, es esencial para que la entidad conozca el entorno tecnológico vigente. Los aspectos organizacionales y de gerenciamiento de la entidad hace que la innovación, la experiencia relacionada con las aptitudes y actitudes se puedan hacer emprendimientos (desarrollar soluciones) y así gestionar la tecnología (Marianacci, 2002). La tabla 1 expone cuatro dimensiones que describen la forma que contribuye la tecnología en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y en el desarrollo de ventajas estratégicas institucionales.

Tabla 1. Dimensiones del valor estratégico de la tecnología

Dimensión	Definición	Autor
Nivel de competencia	Elección entre ser líder e introducir una nueva tecnología en el mercado o mantenerse como seguidor	(Malekzadeh, Bickford, & Spital, 1989)
Gestión del portafolio de la tecnología	Conjunto de procesos y productos tecnológicos en que se centra la organización. Esta se combina con la valoración de la madurez de la tecnología.	(Malekzadeh et al., 1989)
Inversión en ciencia, tecnología e innovación	Recursos económicos que invierten en los procesos de investigación y desarrollo tecnológico.	(Malekzadeh et al., 1989)
Planeación y previsión	Ejercicio reflexivo en que se entienden las dinámicas del mercado para responder a las necesidades presentes y futuras	(Barjau, 2006)

Fuente: Elaboración propia con base en los autores

3.2. Capacidades y competencias

La capacidad competitiva de las instituciones de los diferentes sectores y en especial en el naval, se ve reflejado en el potencial creativo y técnico del talento humano. El proceso de GTI es también altamente influenciado por el talento humano. Las capacidades y competencias aparecen como una combinación de atributos que describen el nivel de suficiencia del personal capaz de desempeñar actividades (O. Castellanos, Jiménez, & Domínguez, 2009) El manejo de la variable tecnológica esta directamente relacionado con las capacidades y las competencias,

como componentes necesarios en la estructuración de estrategias de desarrollo tecnológico (Casanueva, 2001; O. F. Castellanos, 2007; Takahashi, 2002).

Las capacidades tienen relación con la aptitud de un conjunto de recursos que se tiene para desempeñar una actividad de forma integrada (Hitt, Ireland, & Hoskisson, 2004). Los recursos a que se hace referencia según Barney (2001) son todos aquellos que una institución tiene, ya sea de naturaleza tangible o intangible, estos incluyen recursos humanos, físicos, financieros e intelectuales. Las competencias son resultados del constante despliegue e integración de esos recursos en el tiempo y a través de varias características. Dentro del conjunto de competencias existen aquellas que son estratégicamente importantes para el desempeño exitoso de las instituciones y se denominan “competencias nucleares” (Coombs, 1996).

En este sentido, las competencias nucleares, son aquellas actividades que generan cambios tecnológicos en la entidad relacionados con la producción de conocimiento y la experiencia necesaria para crear procesos, productos y servicios nuevos, constituyéndose en factores clave para el crecimiento económico y el desempeño competitivo (Tidd & Bessant, 2000). Estos conceptos de capacidades y competencias son necesarios para destacar la diferencia y distinguirse de los competidores. La integración de estos conceptos da origen al concepto de capacidades estratégicas organizacionales.

En La tabla 2 se describen las dimensiones para caracterizar la variable de capacidades y competencias.

Tabla 2. Dimensiones para la variable de capacidades y competencias

Dimensión	Definición	Autor
Operación de rutina	Procesamiento de materias primas o insumos de información para la transformación de bienes y/o servicios.	(Van Wyk, 1999)
Capacidad de aprendizaje	Habilidades o saberes que se adquieren para la generación de innovaciones.	(Takahashi, 2005)
Nuevos desarrollos	Creación parcial o incremental de un producto o servicio que no tiene disponibilidad en el mercado.	(Schlie, 1999)
Validación producto/ proceso	Riesgos e incertidumbres asociados al proceso de innovación tecnológica. Estimación del valor potencial de una innovación es un tema relevante que no has sido abordado satisfactoriamente en la literatura académica	(Chanaron, 2013)
Vinculación triple hélice	Articulación empresa – estado – academia, relaciones que se generan con el fin de cooperar en materia de ciencia y tecnología	(Betz, 1999)

Fuente: Elaboración propia con base en los autores

3.3. *Funciones de la gestión tecnológica e innovación - GTI*

Las actividades de innovación y desarrollo tecnológico de las Armadas se consolidan en la medida que se gestionan de forma adecuada. Las Fuerzas Navales maximizan las ventajas competitivas, con base en la realización de actividades de desarrollo tecnológico e innovación. Las funciones de GTI brindan congruencia organizacional y método a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de distintas tecnologías, y de innovación tecnológica, que se realizan para crear, transformar y entregar valor para misma institución y al mercado en general.

En las funciones de GTI, se integran las actividades necesarias para que una Armada pueda comprometerse con el desarrollo y la innovación tecnológica. Como en toda labor de gestión que se efectúa al interior de una institución, los procesos, actividades o tareas de gestión pueden reunirse, dado su naturaleza análoga, en funciones que faciliten su coordinación y ordenación. Estas funciones agrupan procesos o actividades parecidas que se realizan en una entidad para el logro de un fin común. Su agrupación permite hacer más eficiente su gestión. Cuando las actividades de GTI se realizan de forma sistemática, secuencial, con objetivos y metas claras, con el pasar del tiempo la gestión se perfecciona y se constituyen como base de un proceso de GTI (Armenteros, Medina, Ballesteros, & Molina, 2012).

Las funciones de la GTI, se describen también como el conjunto de decisiones vinculadas a la creación, adquisición, desarrollo, transformación y comercialización de tecnología, con miras hacia la mejora en aspectos de productividad y de competitividad en las instituciones navales (Alzate, 2005). A continuación, la tabla 3. describe las dimensiones para caracterizar la variable.

Tabla 3. Dimensiones para la variable de funciones de la gestión tecnológica

Dimensión	Definición	Autor
Identificación	Información acerca de una necesidad institucional que puede resolverse. Se manifiesta a través del deseo de mejorar el rendimiento actual o corregir una deficiencia	(Barbazette, 2005)
Selección	Elección de una tecnología sobre las demás buscando incidir en las ventajas competitivas de la organización	(Sumanth & Sumanth, 1999)
Negociación	Forma como la institución determina la contribución de la tecnología a la estrategia de la misma y de llegar a acuerdos con clientes y proveedores	(Piedrahita, 2005)
Adquisición	Proceso de transferencia de una nueva tecnología a la institución, y que representa una elección estratégica para competir en un mercado, encaminado a satisfacer ciertas necesidades	(Barbazette, 2005)
Explotación	Uso de la tecnología, ya sea adquirida o generada en la institución y que contribuye a generar y mantener una posición privilegiada en el mercado.	(March, 1991)

Transferencia	Permite el avance de las instituciones por medio del traspaso de tecnologías y/o conocimientos por parte de un tercero.	(E. Ortiz & Nagles, 2013)
Protección	Actividades desarrolladas en pro de velar por los derechos de la propiedad intelectual e industrial de la institución, el cual garantizan los beneficios originados de las innovaciones.	(E. Ortiz & Nagles, 2013)

Fuente: Elaboración propia con base en los autores

3.4. Control y vigilancia de proceso

El control es llevado a cabo a través de un sistema de información que proporcione los anuncios necesarios en el tiempo justo para la acción eficaz de toma de decisiones. Lo importante es seleccionar los datos esenciales e interpretarlos adecuadamente (Chávez & Muñoz, 2000). El control permite concretar la última etapa del ciclo gerencial y permite entre otras actividades: a) identificar y prevenir las desviaciones corrientes y las previsibles; b) reconocer el origen, las causas y los responsables de las desviaciones; c) proponer acciones para lograr objetivos; d) percibir fuentes de progreso; e) contribuir al uso óptimo de los recursos y; f) crear la información para la acción y precisar las oportunidades para la toma de decisiones.

La vigilancia es preventiva y permite detectar oportunamente los factores de riesgo de modo que puedan tomarse acciones antes que se produzcan anomalías. Esta se efectúa de manera sistemática mediante la observación, captación, selección, análisis y difusión de la información útil para la entidad (ICONTEC, 2008). El buen uso de la información que surja de este tipo de análisis o evaluaciones permite el mejoramiento de las normas, procedimientos de operación y la reglamentación (Rojas, 2002). Las normas de calidad y auditoría, son elementos de apoyo, que coadyuvan al correcto funcionamiento de los procesos de vigilancia y control; la tabla 4 muestra las dimensiones para caracterizar el control y la vigilancia del proceso, obedeciendo a los requerimientos de normalización, supervisión y aseguramiento de la calidad.

Tabla 4. Dimensiones para la variable de control y vigilancia de proceso

Dimensión	Definición	Autores
Estandarización	Define los procedimientos y parámetros para obtener soluciones prácticas en su aplicación.	(Diez & Abreu, 2009).
Regulación y normatividad	Cumplimiento de estándares de calidad exigidos a nivel nacional e internacional, con el objetivo de acceder a una certificación, y la posibilidad de ser comercializados y adquirir el aval para el uso.	(Díaz Vásquez, 2012)
Mejoramiento continuo	La administración de la calidad total, proceso constante que busca la perfección. Contribuye en mejorar debilidades y afianzar fortalezas	(Deming, 1996)

Evaluación de producto	Certificar la calidad de un producto. El propósito es mejorar las características del mismo, compararse con su competencia o con otras alternativas, minimizar errores y reducir costos de producción	ISO 25000
Gestión de recursos	Disposición adecuada de los recursos cuando la institución lo requiere. Se incluyen financieros, intelectuales, productivos o de información	(Gaynor, 2014)
Gestión de indicadores	Medir y analizar el desempeño de la organización. Determina si los procesos llevadas por la organización son los adecuados, conforme a sus objetivos.	ISO 9001

Fuente: Elaboración propia con base en los autores

3.5. Resultados: Análisis Comparativo

A continuación, se presenta el análisis para cada una de las instituciones definidas. Se debe tener en cuenta que debido a la complejidad de estas instituciones y que la mayoría de la información es confidencial, algunos de los FC se presentarán como un todo.

3.5.1. Armada de los Estados Unidos

En el valor estratégico de la tecnología, se afirma que en las sus dimensiones son líderes a nivel mundial en cuanto a tecnología militar se refiere, gran parte de ella proviene de un gran presupuesto de I+D que les permite realizar investigación científica, invierten del PIB 2.7% en I+D (Economy, 2019c) en promedio de los últimos 12 años y ocupan el puesto numero 6 en el índice global de innovación (OMPI, 2018). Según Castro (2010), los Estados Unidos del total de I+D, lo distribuyen en el 57% en I+D militar y el 43% en I+D civil. Para ellos, la investigación e innovación tecnológica militar es el medio para generar superioridad en el mercado y en el campo de batalla (García, 2012). Actualmente es el líder tecnológico en el mercado de la defensa, en cuanto a nivel de competencia también es líder, muchas de sus invenciones en materia militar, son compradas por otros países con economías en crecimiento (Zambrano, 2010). Esto se conecta con la capacidad de tomar decisiones, la inversión y el adecuado manejo de su portafolio de tecnología (tecnologías disruptivas e incrementales); lo anterior, permite que se tenga claro el valor estratégico de la tecnología.

Respecto a las capacidades y competencias, se habla que el final de la guerra fría dejó a Estados Unidos con un sorprendente aparato militar afrontando nuevos retos. La Armada de Estados Unidos no sólo debía centrar su atención en la existente Unión Soviética, sino que además debía aceptar un papel multidisciplinar, por lo que centró sus misiones no solo en lo militar sino también en lo humanitario, generando con esto, una estrategia de expansión alrededor del mundo (Defensa, 2007). En cuanto a la vinculación universidad – empresa – estado, el avance es significativo en la industria militar que se han convertido en referente para la sociedad, por ejemplo el perfeccionamiento del radar en la Segunda Guerra Mundial, resultado de la alianza con el Instituto Tecnológico de Massachusetts y los "laboratorios de investigación de la marina" (U.S. Naval Research Laboratory), han realizado importantes

investigaciones en submarinos, prototipos, buques y resistencia acuática (Ortega, V., Molas, J., & Carpintero, 2007).

Las funciones de la GTI de este país, son innovaciones permanentes en producción militar, y la GTI se enfoca en la generación y transferencia de tecnologías, además de esto, son más selectivos en tecnologías, se preparan para cualquier tipo de terreno y analizan constantemente el ambiente con el fin de identificar necesidades actuales y futuras y así poder satisfacer sus necesidades en materia tecnológica, lo anterior le ha permitido salvaguardar “su estatus de gendarme del mundo en el seno del sistema internacional” (Defensa, 2007).

Dentro de la gran estructura tecnológica militar, mantienen dependencias direccionamiento estratégico para la administración de la tecnología y la innovación de todo el sector de la defensa como es el caso de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa, más conocida como DARPA, que se coordina con los demás centros de desarrollo tecnológico de cada una Fuerzas Militares. Así mismo, tienen estructurados modelos de gestión tecnológica y de gestión de innovación donde convergen todas las funciones y actividades GTI.

Las políticas y estrategias de GTI que establecen, son precisas y claras respecto al grado de obsolescencia tecnológica, en la cual se debe mantener la independencia y autonomía tecnológica. La estrategia tecnológica definida y encaminada en el desarrollo de I+D+i, articulada con la planificación estratégica de cada institución militar ya sea en el Ejército (Army), Armada (Navy) o Fuerza Aérea (Air Force); la estrategia y la gestión del portafolio de la tecnología siempre deben incluir en obligación un roadmapping que establece el camino para la evolución tecnológica y de los medios de la entidad para considerar el proceso en el tiempo de producción de tecnologías disruptivas e incrementales; como por ejemplo el proceso de gestión tecnológica naval de buques modulares, donde se utilizan sistemas modulares abiertos, para prolongar vida útil de los buques, entendido como mejoras y nuevas configuraciones para mantener operativo y vigente la plataforma de superficie (Abbott, Fellow, Devries, Ships, & Vasilakos, 2003).

Estados Unidos realiza transferencia tecnológica en cooperación norte-sur, triangular y bilateral, las actividades de difusión tecnológica provienen de los países desarrollados y van hacia los países en vías de desarrollo para promover el crecimiento económico a través del desarrollo científico, para este caso específico, tienen una capacidad de negociación fuerte, dominan varias de las tecnologías del sector, en cuanto a protección de resultados de investigación se refiere, se han obtenido gran variedad de patentes en cuanto a nanotecnología y robótica se refiere (Huamán & Huamán, 2017). La política de Estados Unidos en defensa es mantener un equilibrio entre generar tecnologías disruptivas e incrementales (Government Accountability Office - GAO, 2017). Respecto a control y vigilancia, administran el sistema Operational Risk Management (ORM), utilizado por la Armada, para gestionar la seguridad en la ejecución de operaciones militares terrestres y fluviales, a partir del sistema integrado de seguridad que se acopla a todos los medios disponibles y permite mantener bajo control los procesos que allí se gestan (Garrido, 2014).

3.5.2. Armada de España

Es la Armada con mayor historia del mundo y una antigüedad de más de 600 años. A través del tiempo, en la actualidad se han consolidado como unas de las Armadas más sólidas de Europa (Gobierno de España, 2018). En la dimensión de valor estratégico de la tecnología, se encuentra en un nivel medio de desarrollo, el gasto como porcentaje del PIB es relativamente menor según la media de la Unión Europea que es del 2.0%; España invierte el 1.26%

(Economy, 2019b) en promedio de los últimos 12 años y ocupan el puesto número 28 en el índice global de innovación (OMPI, 2018). Según Castro (2010), España del total de la inversión de I+D lo distribuyen en 15% en I+D militar y el 85% en I+D civil. Esto sugiere, que están desarrollando en menor cantidad la tecnología militar (Colciencias, 2016). La literatura plantea que España se encuentra rezagada desde algún tiempo en gasto militar y desarrollo de tecnologías, se explica por la crisis que ha atravesado en los últimos años (Jaén, 2009).

Las funciones de la GTI en España al igual que en Estados Unidos son innovaciones permanentes en el ámbito militar; la GTI se orienta en la generación y transferencia de tecnologías y como país miembro de la OTAN (NATO - OTAN, 2019), se enfocan en desarrollar programas de I+D de defensa de interés para todos los países aliados, dado que el propósito de este organismo es crear cooperación entre las naciones que la conforman. La orientación de los desarrollos está dado en generar conocimiento para beneficio a los países aliados; es decir que pueda ser fácilmente transferible. Teniendo en cuenta los países de la Unión Europea y la OTAN, España realiza transferencia tecnológica en cooperación bilateral y multilateral, las actividades de difusión tecnológica se intercambian con los países aliados.

En capacidades y competencias; es de destacar la alta relación entre la universidad-empresa (industria militar), incluso en España se habla de la “Universidad de Defensa”. La industria española de defensa, es un sector estratégico para la economía, pues se constituye en un elemento esencial para la obtención y mantenimiento de las capacidades militares españolas. Estas garantizan siempre autonomía en los intereses esenciales de la defensa tales como la seguridad de suministro, seguridad de la información. En sentido, siempre la producción de defensa es intensiva en I+D, aunque más orientada a las innovaciones en los productos que en los procesos (Castro, 2013; Méndez, Ruiz, Denis Zambrana, De, & Lefler, 2013; TEDAE, 2009).

En GTI, cada Fuerza Militar cuenta con su centro de investigación independiente, por ejemplo, la Armada Española cuenta con Centro de Investigación y Desarrollo Naval (CIDA) el cual fue creado en 1966 y ha realizado importantes investigaciones para la Armada. Si bien, el presupuesto para defensa no es muy alto en comparación con otros países, el gasto en I+D se mantiene estable por cuenta de las políticas gubernamentales, los indicadores de industria militar de transferencia y patentes en España, son mayores que todo el conjunto de empresas innovadoras del mismo país (Castro, 2013). En el control y vigilancia de los procesos, se evidencia que en la seguridad aérea, existe un ente que regula todos los lineamientos relacionados con los vuelos militares, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), la cual se encuentra colaborando para promover estándares de seguridad (Briones & Peñalver, 2013).

3.5.3. Armada de Colombia

El valor estratégico de la tecnología para Colombia es importante, si se tiene en cuenta el conflicto de más de 50 años, que exigió la evaluación de tecnologías y métodos que sirvieran como mecanismo de defensa (CGFM, 2018). En el país, se adaptan y se adquieren tecnologías de otros países. En algunos casos sobre las tecnologías adquiridas, se realizan innovaciones incrementales que se ajustan a los requerimientos internos (Ariza, 2008). En Colombia la inversión de I+D sobre PIB es baja; se invierte solo 0.24% (Economy, 2019a) en promedio de los últimos 12 años. Colombia según el índice global de innovación ocupan el puesto número 63 del ranking (OMPI, 2018). Es de aclarar que según cifras del Gobierno Nacional la inversión de I+D está distribuido en entidades públicas incluyendo las de defensa el 30% y las empresas privadas el 70%, sin embargo, estos datos no precisan el porcentaje real de I+D en

defensa.

Las funciones de la GTI en Colombia y en específico en la Armada Nacional, se enfoca según la estrategia tecnológica de seguidor; por eso tienen desarrolladas funciones de GTI como: identificación, selección, negociación, adquisición y transferencia tecnológica. En comparación con Estados Unidos y España, el país no se cuenta con una Entidad de defensa que centralice y dirija todas las necesidades de la defensa del país, se cuenta con el “programa nacional de ciencia, tecnología e innovación en seguridad y defensa” y que tiene objetivo generar capacidades nacionales para la creación, transferencia y uso de conocimiento en el sector defensa, a partir de la integración de las Fuerzas Armadas y la Sociedad, en la búsqueda del desarrollo de tecnologías duales, que son de aplicación militar y que pueden ser replicadas en el ámbito civil (Departamento Administrativo de Ciencia, 2010a). El sector defensa nacional cuenta con un modelo de gestión tecnológica, con el objetivo fortalecer la ciencia, la tecnología y el conocimiento para crear valor a la Fuerza Pública y tomar decisiones para definir proyectos, gestionar la I+D+i y asimilar y transferir tecnologías (Universidad del Rosario, 2010). Sin embargo, se adolece de un proceso, o una metodología de ciclo tecnológico que integre todas las funciones y actividades de GTI en pro del madurar en el

A pesar de ser un país seguidor de tecnologías, aún no se cuenta con políticas y estrategias fuertes de GTI para el manejo del grado de obsolescencia tecnológica; aún dependemos de otros países. No se tiene aún la independencia y autonomía tecnológica necesaria. Pero ya se inició a trazar el camino en la Armada Nacional, a través del proyecto Plataforma Estratégica de Superficie “PES”, que consiste en desarrollar las capacidades para construir y poner en operación buques de guerra para Colombia. Este proyecto de país, busca el fortalecimiento de las capacidades marítimas industriales”, base industrial a través de la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la industria Naval, marítima y fluvial (COTECMAR, 2016), que permitirá impactar positivamente la disponibilidad y el mantenimiento de estos medios estratégicos, propendiendo por alcanzar un nivel adecuado de independencia y autonomía tecnológica, que garantice la sostenibilidad de los buques en el tiempo y un menor costo en su ciclo de vida (Dirección de Planeación Estratégica, 2018).

Las capacidades y competencias, se encuentran en desarrollo, para ellos se ha diseñado varios programas de ciencia y tecnología, que cuenta con una estrategia para el corto, mediano y largo plazo que busca aumentar la autosuficiencia y autosostenibilidad para los equipos tecnológicos de la Armada; y potenciar las capacidades productivas de las empresas que hoy conforman el Grupo Social y Empresarial de la Defensa (GSED) y consolidar cadenas productivas y de investigación en asocio con las universidades y el sector empresarial colombiano para fortalecer los habilitadores de aprendizaje inter-institucional entre la universidad-empresa. Lo anterior con miras a la disminución de la dependencia tecnológica de otros países. De igual forma ha desarrollado un plan de capacidades estratégicas, bajo la metodología DOMPI (Doctrina, Material y Equipo, Personal, Infraestructura y Organización) para desarrollar a mediano y largo plazo las capacidades estratégicas requeridas (Villegas Echeverry, 2016).

En materia de GTI, aunque se tiene un nivel de dependencia de otros países desarrollados, cada vez más se avanza en la I+D militar, en el Plan Estratégico Naval 2015 – 2018 (Santamaria, 2015), sin embargo existe una deficiencia en la protección de la propiedad intelectual, aunque existe una política, no se ha empoderado de la misma. Se tiene como compromiso, el renovar y modernizar el material naval a partir de la industria local COTECMAR (2011, 2016, 2019) “contribuyendo a asegurar un adecuado nivel de alistamiento y respuesta ante las exigencias de un entorno dinámico, inestable y conflictivo” (Santamaria,

2015). Las capacidades acumuladas en esta entidad, producto de un aprendizaje continuo y experiencia, son un insumo muy valioso para que las demás instituciones apalanquen sus esfuerzos en la adaptación de estas prácticas de GTI.

En lo referente a control y vigilancia de procesos, se evidencian varios mecanismos en todas la fuerzas militares incluyendo a la Armada, se mantiene un sistema de gestión de la calidad y de mejoramiento continuo fortalecido, que permite establecer mejoras en sus procesos y mantenerlos bajo control (Dirección de Sistemas Integrados de Gestión, 2007). Sin embargo, la estandarización de procedimientos presenta carencias, lo que sugiere dependencias más maduras que otras.

A continuación, se presenta la tabla comparativa de los factores claves de éxito analizados:

Tabla 5. Tabla Comparativa – Factores Claves de éxito - GTI en Armadas

Armadas Factores Claves	Estados Unidos	España	Colombia
Valor estratégico de la tecnología	Líder de la industria militar. Fortalezas en productos y procesos Alto nivel de inversión I+D+i 2.7% del PIB Puesto 6 índice global de innovación.	Septimo líder de la industria militar. Fortalezas en productos mas no en procesos Medio nivel de inversión I+D+i 1.2% del PIB Puesto 28 índice global de innovación	Adaptador, productos en un nivel medio Bajo nivel de inversión I+D+i 0.2 del PIB Puesto 63 índice global de innovación
Capacidad y competencias	Alto relacionamiento con la academia-industria Alto nivel de desarrollo nuevos productos Alto nivel de previción tecnológica (roadmapping) Industria de defensa es estrategica en Ctel y para la economia del país.	Alto relacionamiento con la academia- industria. Alto nivel de nivel de desarrollo nuevos productos (incrementales) Alto nivel de previción tecnológica Industria de defensa es estrategica en Ctel y para la economia del país.	Baja vinculación con la academia y la industria. Poco nivel de desarrollos nuevos productos No hay nivel de previción Aun no se considera estrategica la industria de defensa.
Funciones de GTI	Modelo y proceso rubustos de gestión tecnológica y de gestión de innovación. Alto nivel de creación, negociación, transferencia tecnologías.	Procesos estructurados de gestión tecnológica y de gestión de innovación. Alto nivel de creación, negociación, transferencia y protección de tecnologías	Aun no define de manera formal, el proceso de gestión tecnológica. Bajo nivel de creación de tecnologías y negociación / gran adaptador / bajo nivel protección de tecnologías

Control y vigilancia	Procesos y actividades, estandarizadas y certificadas.	Procesos y actividades, estandarizadas y certificadas.	Medio control de procesos y actividades, bajo nivel de estandarización.
	Políticas y directrices claras para la industria de defensa.	Políticas y directrices claras para la industria de defensa.	Pobre y pocas políticas y directrices para la industria de defensa.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados

4 Conclusiones

El análisis comparativo permite identificar brechas existentes en la organización, sin embargo, se debe tener en cuenta la disponibilidad de la información para generar resultados confiables y con miras a el mejoramiento. La identificación de los referentes en materia de GTI, es importante para tener en cuenta y seguir los pasos y evitar los errores por los que tuvieron que pasar para llegar al éxito. Comparativamente con Estados Unidos y España, la Armada de Colombia, se encuentra en un lento desarrollo tecnológico estratégico (artefactos navales). En el desarrollo tecnológico de doctrina de combate (entrenamiento de hombres), se lleva la delantera. En procesos de mejora continua, se encuentran en condiciones muy favorables.

Colombia, cuenta con una Armada fortalecida, sin embargo, en el nivel estratégico de la tecnología, adaptador (seguidor) es la estrategia que mantiene, ya que implica menos costos en investigación y desarrollo y se puede mantener el rol de adaptador; con las amenazas trasnacionales regionales actuales, se pueden generar estrategias para crecer y desarrollar tecnologías en el mediano y largo plazo. Es por esto que, la Armada Nacional y las FFMM en Colombia, aún dependen de las innovaciones tecnológicas de países industrializados, entre ellos Estados Unidos, España, Turquía, Corea. Estos apoyan la I+D+i de acuerdo a sus intereses, donde puedan implementar tecnologías a investigaciones que posibiliten más autonomía. La dependencia tecnológica aumenta el rezago en relación con la tecnología de punta; por esto, es necesario fortalecer la I+D+i militar nacionales para obtener una independencia tecnológica que permitan avanzar en la solución a las necesidades locales.

La inversión en I+D+i de defensa no necesariamente implica violencia, sino desarrollo de ciencias básicas o tecnologías bases que luego tendrán uso en el entorno civil que solucionara otras problemáticas; dado que la diversidad de instituciones que apoyan la I+D y el apoyo estatal hacia la investigación básica representan pilares fundamentales para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en el largo plazo. En el nivel de competencia, es recomendable asegurar una mayor relación de la triple hélice, la academia, la empresa y el estado, deben propender por políticas enfocadas hacia el fortalecimiento de los vínculos, con miras hacer acuerdos gana – gana que permitan generar capacidades entre todos. El referente naval colombiano, mejor posicionado y a seguir es COTECMAR, institución enfocada en la innovación que trabaja dentro del campo de investigación científica y tecnológica, apoyando el desarrollo de la industria marítima colombiana. y que cada día crece más por cuenta de la investigación y los vínculos entre el gobierno y la academia.

Por último, es importante mencionar que la gestión de la tecnología y la innovación (GTI) en las fuerzas navales, se encuentra fuertemente ligado a los anteriores FC, en este sentido, se requiere de mejoras en el poder de negociación, ya que, al ser seguidor, continuará adquiriendo tecnologías en otros países, por lo tanto, se sugiere una adecuada planeación y

selección de tecnologías que cubran las necesidades actuales y futuras.

5. Financiación

El desarrollo de esta ponencia se hace en el marco del proyecto "Metodología de Gestión de la Tecnología y la Innovación (GTI) para organizaciones del sector militar en los escenarios posteriores al acuerdo" código N° 115074558290, gracias a la financiación de:

- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS
- Instituto Tecnológico Metropolitano ITM
- Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
- Armada Nacional de Colombia.

6. Referencias

- Abbott, J., Fellow, L., Devries, R., Ships, N. P. E. O., & Vasilakos, J. (2003). The Impact of Evolutionary Acquisition On Naval Ship Design, 259–285.
- ABC Internacional. (2014). España y Colombia reforzarán la cooperación militar.
- Alonso, D., & Gómez, F. (2017). *El Estado y el Mar. Relaciones con el Poder Marítimo, el Poder Naval y el desarrollo nacional*. (Sergio Uribe Cáceres, Ed.). Bogotá D.C. – Colombia: Escuela Superior de Guerra.
- Alzate, J. B. G. (2005). Fundamentos de la gestión tecnológica e innovación. *TecnoLógicas*, (15), 113–131.
- Ariza, R. (2008). Ciencia, Tecnología e Innovación, factor estratégico en las Fuerzas Armadas del futuro. *Estudios En Seguridad y Defensa*, 3(6), 8–13.
- Armada Nacional de Colombia. (2014). *Doctrina de Planeación Estratégica Naval*.
- Armenteros, M. D. C., Medina, M., Ballesteros, L., & Molina, V. (2012). Las prácticas de gestión de la innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas: Resultados del estudio de campo en Piedras Negras, Coahuila, México. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 5(4), 29–50.
- Barbazette, J. (2005). *Training, Needs, Assessment*.
- Barney, J., Wright, M., & Ketchen Jr, D. J. (2001). The resource-based view of the firm: Ten years after 1991. *Journal of Management*, 27(6), 625–641.
- Bitrán, E., Benavente, J., & Maggi, C. (2011). BASES PARA UNA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD PARA COLOMBIA 1 1. Introducción. Retrieved from <http://www.urosario.edu.co/ICTPI-11/Documentos/Estrategia-innovacion-Colombia-VDEF-Abstract-Bitra/>
- Boxwell, R. J., Rubiera, I. V., McShane, B., & Zaratiegui, J. R. (1995). *Benchmarking para competir con ventaja*. McGraw-Hill New York.
- Briones, A., & Peñalver, F. (2013). Economía de la seguridad y la defensa. Transferencia de conocimiento e innovación asociada a la industria de la defensa. *Revista Del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, 2(N. 3), 1–22.
- Casanueva, C. (2001). The acquisition of firm technological capabilities in Mexico's open economy, the case of vitro. *Technological Forecasting and Social Change*, 66(1), 75–85.
- Castellanos, O. F. (2007). *Gestión Tecnológica, De un endoque tradicional a la inteligencia*. Mendeley Desktop. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Castellanos, O., Jiménez, C. N., & Domínguez, K. P. (2009). Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 29(1), 133–139.
- Castro, V. O. (2013). *La innovación tecnológica en el sector de la Defensa y la Seguridad en España*. Centro de Educación Militar. (2015). Ciencia y tecnología, proyectando al Ejército del futuro - CEMIL. CGFM. (2018). Comando General de las Fuerzas Militares - CGFM.
- Chávez, W., & Muñoz, S. (2000). Control De Gestión Y Gestión Tecnológica.
- Colciencias. (2016). *PLAN ESTRATÉGICO PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN SEGURIDAD Y DEFENSA*.
- Consuelo, D., Prada, R., & Vargas, a N. a M. (2011). Gestión Tecnológica : Conceptos Y Casos De Aplicación Technology Management : Concepts and Application Cases. *Gti*, 10, 43–54.

- Coombs, R. (1996). Core competencies and the strategic management of R&D. *R&D Management*, 26(4), 345–355. COTECMAR. (2011). Informe de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Cartagena. COTECMAR. (2016). Acti 2016.
- COTECMAR. (2019). PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN | COTECMAR.
- Defensa, M. D. E. (2007). Tecnología y fuerzas armadas. *Secretaría General Técnica*, 189. Deming, E. (1996). Mejoramiento continuo. *Eduardo Deming 1996*.
- Departamento Administrativo de Ciencia, T. e I. (COLCIENCIAS). (2010a). Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Seguridad y Defensa.
- Departamento Administrativo de Ciencia, T. e I. (COLCIENCIAS). (2010b). Programa Nacional en Seguridad y Defensa.
- Díaz Vásquez, J. C. (2012). Regulación y normatividad en Colombia para fomentar la competitividad en mercados internacionales. *Negocios Internacionales; Vol. 5 Núm. 1 (2012)*.
- Diez, J., & Abreu, J. L. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso. *International Journal of Good Conscience*, 4(2), 97–144.
- Dirección de Planeación Estratégica. (2018). *Informa de Gestión 2015 - 2018 ARC*. Bogotá.
- Dirección de Sistemas Integrados de Gestión. (2007). Sistema de Gestión de Calidad | Armada Nacional.
- Economy, T. G. (2019a). Gasto en I+D Colombia.
- Economy, T. G. (2019b). Gasto en I+D España.
- Economy, T. G. (2019c). Gasto en I+D Estados Unidos.
- Espejel, A. (2014). *UN BENCHMARKING INTERNO APLICADO A UNA ESCUELA PARTICULAR DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR. La inspección y evaluación no destructiva por el método de ultrasonido en materiales y componentes, para el mantenimiento, la seguridad y la sustentabilidad de la infraestructura industrial*.
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD.
- Evans, M. A. (2004). A case of supporting distributed knowledge and work in the U.S. Navy: The challenges of knowledge management to human performance technology. *TechTrends*, 48(2), 48–53. <https://doi.org/10.1007/BF02762543>
- Farrell, T. (2008). The dynamics of British military transformation. *International Affairs*, 84(4), 777–807. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2008.00737.x>
- France 24. (2018). Colombia formalizó su ingreso a la OTAN y se convierte así en el primer socio global latinoamericano.
- GAO. (2017). *Defense Science And Technology: Adopting Best Practices Can Improve Innovation Investments and Management*. Washington DC.
- García, A. (2012). La investigación científica como medio de defensa. *Vinculando*. García Márquez, R. (2011). Plan Estratégico Naval 2011-2014.
- Garrido, J. C. (2014). *Análisis comparativo del modelo Ecuador y los sistemas de seguridad operacional aplicables en las Fuerzas Armadas del Ecuador*.
- Gaynor, G. (1999). *MANUAL DE GESTION EN TECNOLOGIA. TOMO 1*. Retrieved from <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/handle/123456789/3173>
- Gaynor, G. (2014). Execution: Improving on-time performance. *IEEE Engineering Management Review*, 42(4), 2. <https://doi.org/10.1109/EMR.2014.2364651>
- Gilman, J. J. (1992). *Inventivity: The art and science of research management*. Van Nostrand Reinhold.
- Gobierno de España. (2018). Los albores de la navegación - Antecedentes Históricos - Historia de la Armada - Armada Española - Ministerio de Defensa.
- Government Accountability Office - GAO. (2017). *DEFENSE SCIENCE AND TECHNOLOGY Adopting Best Practices Can Improve Innovation Investments and Management*. Washington DC.
- Gurutze, M., Clemente, I., & Balmaseda, E. V. (2005). ¿ Es El Benchmarking Una Herramienta De Aprendizaje Organizacional ? *Decisiones Organizativas*, 1–14.
- Hernandez Sampieri Roberto. (2014). *Metodología de la investigación*. (Miguel Ángel Toledo Castellanos sponsor: Jesús Mares Chacón Marcela I. Rocha Martínez Zeferino García García, Ed.), *Metodología de la investigación* (6th ed.). BOGOTA. <https://doi.org/>- ISBN 978-92-75-32913-9
- Hitt, M., Ireland, R. D., & Hoskisson, R. E. (2004). Administración estratégica: Competitividad, y conceptos de globalización. México: Thomson.
- Hoyt, T. D. (2006). *Military Industry and Regional Defense Policy. Military Industry and Regional Defense Policy: India, Iraq and Israel*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203969045>

- Huamán, J. Z., & Huamán, S. Z. (2017). LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA COMO INSTRUMENTO DE LA POLÍTICA EXTERIOR Y DE LA INNOVACION: EL CASO DE LA COOPERACION SURCOREANA EN EL SECTOR DEFENSA DEL PERU. *Researchgate.Net*.
- ICONTEC. (2008). NTC 5801 – Gestión de la Investigación, desarrollo e Innovación (i+d+i). Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+I.
- Jaén, J. (2009). Transformación financiera de la defensa. *Boletín de Información*, (313), 73–80.
- Jiménez, B., & Moreno, C. A. (2017). Modelos estadísticos tipo ARIMA para el pronóstico de incautaciones de drogas ilegales por parte de la Armada Nacional de Colombia.
- Jiménez, C. N., & Castellanos, O. (2008). Desafíos en gestión tecnológica para las universidades como generadoras de conocimiento (pp. 2–12). Retrieved from http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentaciones/auditorio3/4_jimenezclaudia.pdf
- Jordán, J. (2013). Claves de la innovación militar, (2008), 1–23.
- Kao, J. (2009). *Jamming: Art and Discipline of Business Creativity*. Harper Collins.
- Liao, S. (2005). Technology management methodologies and applications. *Technovation*, 25(4), 381–393. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2003.08.002>
- Malekzadeh, A. R., Bickford, D., & Spital, F. (1989). *Integrating Environment, Competitive Strategy, and Structure with Technology Strategy: The Strategic Configurations*. *Academy of Management Proceedings* (Vol. 1989). <https://doi.org/10.5465/AMBPP.1989.4977875>
- March, J. G. (1991). Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2(1), 71–87. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>
- Marianacci, G. (2002). *Innovación en la Gestión Municipal*. Buenos Aires.
- Mayer, M. (2011). Exploring China's Rise as Technology and Knowledge Power 1. *Innovation*, 1–39. Medina, H. (2001). Seguridad y desarrollo: síntesis de una dialéctica. *Theologica Xaveriana*, 139, 1–19.
- Mendez Álvarez, C. E. (2000). Investigación Exploratoria. *Guía Para Elaborar Diseños de Investigación En Ciencias Económicas, Contables, Administrativas*, 136.
- Méndez, C., Ruiz, M. G., Denis Zambrana, J., De, F., & Lefler, A. (2013). *La industria de defensa en España y sus capacidades tecnológicas*. Madrid: OPEX Observatorio de Política Exterior Española.
- Ministerio de Defensa Nacional, & Universidad del Rosario. (2010). Propuesta del Sistema de Ciencia , Tecnología e Innovación del Sector Defensa.
- NATO - OTAN. (2019). NATO - OTAN.
- Ochoa Ávila, M. B., Valdés Soa, M., & Quevedo Aballe, Y. (2007). Innovación, tecnología y gestión tecnológica. *Acimed*, 16(4), 0. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352007001000008&script=sci_arttext
- OECD, & Eurostat. (2007). *Manual de Oslo. Analysis* (Vol. 30). <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- OMPI, O. M. de la P. I.-. (2018). *Global Innovation Index 2018: Rankings*. Ginebra, Suiza.
- Ortega, V., Molas, J., & Carpintero, N. (2007). Las innovaciones tecnológicas y la defensa. *Cuadernos Cátedra Isdefe-UPM*.
- Ortiz, C. S., & Zapata, P. Á. R. (2006). ¿Qué es la Gestión de la Innovación y la Tecnología? *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(2), 64–82.
- Ortiz, E., & Nagles, N. (2013). *Gestión de Tecnología e Innovación - Teoría, proceso y práctica*.
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2000). Tools for technology management-structure, organisation and integration (Vol. 1, pp. 224–229). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=917335
- Porter, M. E. (2007). La Ventaja Competitiva De Las Naciones. *Harvard Business School*, 91(1), 5–12. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Reik, A. U., King, M., & Lindemann, U. (2013). Investigation of the information generated by technology management tools and links to strategic product planning stages (pp. 330–334). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6962428
- Rodríguez, C. (2014). *Ejército de Tierra Español*. (L. Alvarez, J. L. Ruiz, & J. J. Valencia, Eds.), *Revista Ejército* (884th ed.). Alcalá.
- Rodríguez, H., Osorio, L., Uribe, S., & Chavez, L. (2017). *SEGURIDAD MARÍTIMA RETOS Y AMENAZAS* (Vol. 1).
- Rodríguez, J. P. (2016). Plan Estratégico Militar PEM 2030.
- Rodríguez, R. (2015). *Procesos de innovación militar en el empleo de la fuerza de operaciones especiales de Estados Unidos desde 2001 hasta 2015*. Universidad de Granada.

- Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano.
- Ruedas, J. (2013). *DIRIGIR LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DE UNA GRAN ORGANIZACIÓN PÚBLICA*. Madrid.
- Sánchez, A., Lago, A., Ferràs, X., & Ribera, J. (2011). Innovation management practices, strategic adaptation, and business results: evidence from the electronics industry. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(2), 14–39. Retrieved from http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242011000200002
- Santamaria, L. (2015). *Plan Estratégico Naval 2015 - 2018*. Bogotá D.C. – Colombia.
- Santamaria, L. Una armada flexible que se adapta a las necesidades de Colombia en el posconflicto y su contribución a la seguridad regional (2017).
- Sumanth, D. J., & Sumanth, J. (1999). El enfoque de “ciclo de la tecnología” a la gestión tecnológica. In *Manual de gestión en Tecnología* (pp. 47–63). McGraw Hill.
- Takahashi, V. (2002). Capacidades tecnológicas e transferência de tecnologia. *Brasil: Estudo de Múltiplos Casos de Indústria Farmacêutica No Brasil e No Canadá*.
- Tapias G., H. (2000). GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO. Universidad de Antioquia. Retrieved from http://datateca.unad.edu.co/contenidos/203029/contenidos_gestion_tecnologica/GESTION_TECNOLOGICA_Y_DESARROLLO_TECNOLOGICO.pdf
- TEDAE. (2009). Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio (TEDAE).
- Tidd, J., & Bessant, J. (2000). *From Knowledge Management to Strategic Competence: Measuring technological, market and organizational innovation* (Vol. 3). World Scientific.
- Till, G. (2007). *Poder Marítimo: una guía para el siglo XXI* (Instituto).
- Universidad del Rosario, M. de D. N. (2010). Diseño del Modelo de Gestión Tecnológica en el Sector Defensa, 83. Victor, G. S. and O. R. (2014). Empresa: investigación y pensamiento crítico. *3C Empresa*, 3(20), 217–233.
- Villegas Echeverry, L. C. (2016). *Visión de Futuro de las Fuerzas Armadas*.
- Zambrano, L. Z. (2010). *La influencia de la política de adquisición de material bélico de la administración Chávez Frías en la agenda bilateral Venezuela-Estados Unidos*. repository.urosario.edu.co.

Características clave que fomentan la innovación en una pyme en la industria del software

M.C. Gabriela Medina
Instituto Politécnico Nacional – UPIICSA, México
gamelrc.gm@gmail.com

Dr. Gibrán Rivera
Instituto Politécnico Nacional – UPIICSA, México
gibranrg@gmail.com

Dr. Luis Canek Ángeles
Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa,
México canekangeles@gmail.com

Resumen

Desde hace varias décadas, se ha concebido a la innovación como un factor decisivo para el crecimiento y desarrollo económico (J. A. Schumpeter, 1950), ya que provoca la derrama de conocimiento entre múltiples sectores y la adopción de nuevos métodos de producción, comercialización y organización (OECD & Eurostat, 2007). En el contexto actual, las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) tienen una gran relevancia para las economías del mundo. Específicamente en el caso de México, representan a más del 99% de los establecimientos, y generan alrededor del 71% del empleo (INEGI, 2014). Para muchas de estas firmas, resulta complicado innovar dada su falta de recursos (Lee & Oakes, 1995); sin embargo, se reconoce que su flexibilidad también les ofrece mayor capacidad de respuesta ante las necesidades del mercado (OECD, 1996). Esta contradicción y la falta de información sobre casos de empresas que han sido reconocidas por su capacidad de innovación, hace pertinente el presente estudio. El trabajo representa el esfuerzo por identificar y describir las características clave de una MIPYME mexicana que le permiten ser altamente innovadora. El estudio sigue un enfoque cualitativo y utiliza entrevistas y visitas in situ para la recolección de datos, mismos que son analizados a través de un análisis temático inductivo (Braun y Clarke, 2006). Se identifican como características clave de la empresa que contribuyen a su actividad innovadora su ideología empresarial, cultura organizacional, fortalecimiento a la profesionalización y fortalecimiento hacia su entorno. La identificación de estas características permite delinear estrategias que fortalezcan la capacidad innovadora de las pymes.

Palabras Clave

Innovación, Empresa innovadora, MIPYMES, Desarrollo de software

1. Introducción

La innovación juega un papel fundamental en el desarrollo de las empresas, que se ve reflejado en el crecimiento económico de un país (J. A. Schumpeter, 1950). Debido a este impacto, varios países apoyan a través de política pública y programas gubernamentales las iniciativas empresariales de innovación. En el caso particular de México, se han emitido distintos programas mediante los cuales se impulsan y fortalecen dichas iniciativas, enfocadas

al apoyo a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) que representan el 99.8% del total de las empresas existentes a nivel nacional, y generan el 71.2% del empleo (INEGI, 2014).

Aunque la literatura previa (e.g., Akman & Yilmaz, 2008; Assink, 2006; Cohen & Levinthal, 2009; Guan & Ma, 2003; Martínez-Román, Gamero, & Tamayo, 2011) ha identificado ciertas características que poseen las empresas innovadoras, son pocas las empresas que las poseen. Entre ellas por ejemplo, se han discutido, la generación y exploración de nuevas ideas, los espacios para su desarrollo efectivo (Assink, 2006); la calidad de sus colaboradores (Kroll & Schiller, 2010), el grado académico y experiencia laboral (Banco Mundial, 2009), la cooperación con distintos actores de manera externa (Dahlander & Gann, 2010; Laursen & Salter, 2014; Kroll & Schiller, 2010), las relaciones que establecen con ellos (Laursen & Salter, 2014), la capacidad de crear redes (Gronum et. al., 2012), la inversión que realizan en investigación y desarrollo, así como el acceso a financiamientos para innovación (Banco Mundial, 2009; Kroll & Schiller, 2010). Sin embargo, estas características pueden impactar de distinta manera en los procesos de innovación dependiendo de cada organización. Cabe destacar que, en gran medida, estos estudios han sido realizados en el contexto de las grandes empresas, lo que hace necesario contribuir al estudio del contexto de las pymes.

Estudiar el caso de una MIPYME resulta pertinente, debido al gran impacto que la innovación puede tener en su desempeño permitiéndole ser competitivas ante las grandes empresas y exigencias del mercado. Aunado a lo anterior, un estudio sobre innovación en MIPYMES resulta altamente relevante, ya que este tipo de empresas son consideradas como el motor de muchas economías. Se vuelve aún más relevante estudiarlas en el contexto mexicano, en donde pese al avance científico y tecnológico del país y de los programas que impulsan la innovación, gran parte de las MIPYMES no consiguen innovar. Lo anterior lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las características clave que conducen a una pequeña empresa a la innovación?

Por tanto, el objetivo de este estudio es identificar y describir las características clave presentes en una pequeña empresa que la conducen a ser altamente innovadora, con la finalidad de documentar y difundir aquellas características que pudieran ser relevantes para otras organizaciones en contextos similares.

2. Marco teórico

La innovación ha sido tema de interés desde la época del economista austríaco Joseph Schumpeter, quien destacó que los fenómenos tecnológicos son de suma importancia para el crecimiento económico (J. Schumpeter, 1934). Para fines del presente trabajo, se entiende a la innovación como “la introducción de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (OECD & Eurostat, 2007). Innovar requiere por un lado la búsqueda de nuevas combinaciones de conocimiento o tecnologías con potencial comercial, y por el otro, conlleva a considerar que la apertura a la innovación es necesaria, pues en muchas ocasiones se depende de otras fuentes de innovación tales como proveedores, usuarios, competidores, centros de investigación y universidades, (Laursen & Salter, 2014). Por esa razón para Dahlander & Gannb (2010), una organización no puede innovar de manera aislada, ya que requiere de otros actores. Tan relevante se ha vuelto la innovación en la actualidad, que incluso existen organizaciones donde su capacidad competitiva se basa por completo en la

innovación tecnológica. Estas Empresas de Base Tecnológica (EBT) venden sus productos o servicios respaldados por el dominio tecnológico que les da el desarrollar actividades de Investigación y Desarrollo (I&D). La difusión de dicha innovación se sustenta en el esfuerzo tecnológico de la organización, en los recursos que asigna a I&D y en su capacidad tecnológica, que se puede observar en la infraestructura utilizada y el personal calificado que realiza las actividades de mejora (Treviño, 1997). Justo el presente estudio se enfoca en el estudio de una EBT en la industria de desarrollo de software.

En el caso particular de México, se han creado programas gubernamentales que apoyan a las MIPYMES con recursos financieros para la implementación y desarrollo de proyectos de innovación tecnológica. Estos apoyos son otorgados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), PROMÉXICO, la Secretaría de Economía (SE) (FCCyT, 2016), por mencionar algunos. Entre los administrados por el CONACYT se encuentra el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), a través del cual, las empresas con proyectos de innovación beneficiarias del programa reciben un apoyo económico complementario para llevarlos a cabo (FCCyT, 2016).

Cabe mencionar, además, que las MIPYMES y las grandes empresas juegan un papel diferente en la innovación: las primeras se orientan más al mercado y menos a la investigación y tienen una mayor capacidad para responder a nuevas oportunidades (OECD & Eurostat, 2007). Aunque lo anterior puede dar noción de que las MIPYMES tienen mayor facilidad para innovar, otros autores argumentan que para éstas resulta más complicado obtener los beneficios de la innovación, debido a su limitación de recursos tanto financieros como humanos (Lee & Oakes, 1995; Welsh & White, 1981).

Ahora bien, existen dos tipos de empresas innovadoras, las que desarrollan innovaciones por sí mismas o en conjunto con otras organizaciones y las que innovan fundamentalmente a través de la adopción de innovaciones ya existentes (Damanpour & Daniel Wischnevsky, 2006; OECD & Eurostat, 2007). Independientemente del camino que recorran en su proceso para innovar, es posible pensar en la existencia de ciertas características presentes en las organizaciones innovadoras que las distinguen. A ese conjunto de características que determinan a las empresas innovadoras, diversos autores la denotan como capacidad de innovación (Akman & Yilmaz, 2008; Assink, 2006; Cohen & Levinthal, 2009; Guan & Ma, 2003; Martínez-Román et al., 2011), la cual promueve una cultura organizacional de innovación, fomenta las habilidades para entender y responder apropiadamente al ambiente externo y está en función de la estrategia de negocios y de las condiciones de mercado (Guan & Ma, 2003).

Según Assink (2006), las empresas innovadoras se caracterizan por generar y explorar nuevas ideas y conceptos, así como detectar espacios en el mercado para desarrollar y comercializar innovaciones efectivas. Para Calantone et. al., (2002), la capacidad de innovación se mide por la generación de nuevas ideas, por la creatividad en los métodos de operación, la disponibilidad a tomar riesgos y la introducción de nuevos productos, mientras que para Kroll & Schiller (2010), esta capacidad se determina por la calidad de los trabajadores dentro de la empresa, por la cooperación con otras organizaciones, universidades o centros de investigación, por la relación con sus clientes y proveedores, así como su inversión en investigación y desarrollo.

De esta forma, el proceso de innovación requiere la búsqueda de nuevas combinaciones de conocimiento o tecnologías que tengan potencial comercial (OECD & Eurostat, 2007). La conexión entre la capacidad de absorción de conocimiento, la estrategia para investigar y el desempeño innovador que resulta de la interacción de los actores que participan en la

innovación abierta, destaca cuando la empresa puede utilizar los conocimientos adquiridos en distintos campos tecnológicos (Moreira, Torkomian, & Soares, 2016) o mantenerse en contacto con diversas fuentes de innovación como proveedores, usuarios, competidores, centros de investigación y universidades, que faciliten el aprovechamiento de oportunidades en el mercado (Laursen & Salter, 2014).

Una vez presentados aspectos teóricos relevantes sobre la innovación para las MIPYMES, a continuación, se describe la manera en que se llevó a cabo la investigación, la excepcionalidad por la que fue elegido el sujeto de estudio, los métodos de recolección y el análisis de datos utilizados.

3. Metodología

Se realizó un estudio de caso con alcance descriptivo (Sabino, 1992), cualitativo y transversal (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010) ya que busca identificar y describir las características que hacen de una empresa ser altamente innovadora. La investigación se caracteriza por ser fundamentalmente cualitativa, tanto por sus métodos de recolección de datos, tales como las entrevistas semi-estructuradas cara a cara, documentos existentes y visitas a las instalaciones de la empresa para realizar observación no participante, como por su análisis en el que se siguió una lógica inductiva.

Para la selección de la empresa estudiada, en primera instancia, se llevó a cabo una preselección de MIPYMES mexicanas beneficiarias a través del PEI, que es el programa gubernamental más importante en México para apoyar a empresas cuyas propuestas tienen un alto grado de innovación. La empresa Kioru resultó particularmente interesante debido a que en repetidas ocasiones ha sido beneficiaria por el PEI y otros organismos e instituciones tales como el Tecnológico de Monterrey, el Premio Iusacell, Emprende tu negocio, Premios de Innovación Empresarial, entre otros. Destaca, además, su notable apertura a la comunicación para discutir sus experiencias innovadoras. Así también destaca su ubicación; elemento estratégico para Treviño (1997, p. 20) ya que desde hace tiempo, “el común denominador de los nuevos lugares de atracción de la industria del software en México, es su ubicación en ciudades medias, con la infraestructura necesaria para su desarrollo, que incluyen, universidades flexibles que pueden adecuarse a las necesidades empresariales como son las Ciudades de Colima, Xalapa y Pachuca”, ésta última, ciudad donde se ubica la empresa bajo estudio.

Kioru es una pequeña empresa donde laboran veinticuatro personas. La empresa ha desarrollado plataformas web y sistemas de aplicaciones móviles que se distinguen en el mercado por sus propuestas de valor enfocadas a la innovación, lo cual es consecuencia de sus esfuerzos en la creación y desarrollo de software y hardware. Entre sus productos destacan las plataformas de administración escolar (como Saeko) y sistemas de guiado de estacionamientos (llamado Parkuest). Además, ofrece servicios de consultoría y asesoramiento en cuestiones tecnológicas.

La recolección de datos se llevó a cabo utilizando tres métodos; la observación no participante, el acceso a documentos existentes y entrevistas semi-estructuradas (Hernández et al., 2010; Sabino, 1992), a través de dos etapas, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Métodos de recolección de datos

Método de Recolección	Descripción	Etapa
Documentos existentes	Revisión del documento "Casos de Éxito en Agencia Informativa CONACYT 2015" y el sitio web de la empresa.	1
Observación no participante	Periodo de observación en las instalaciones de la empresa, prestando atención al ambiente de trabajo, cuidando no interrumpir actividades cotidianas e identificando comportamientos y actitudes.	
Entrevistas semi-estructuradas	Entrevista para indagar sobre las actividades inherentes a los procesos de innovación de la empresa a través de una guía, permitiendo que los entrevistados se expresaran en su propio marco de referencia y contexto.	
Entrevistas semi-estructuradas	Con el apoyo de temáticas de interés para los investigadores se profundizó en la identificación de las características clave conductoras a la innovación.	2
Observación no participante	Enfoque a las perspectivas que tenían los colaboradores hacia las características específicas de la empresa, es decir, a través de la observación se buscaba entender aquello que no se percibía por la naturalidad innovadora.	

Fuente. Elaboración propia

Las entrevistas realizadas fueron grabadas y transcritas, identificando y codificando aquellas ideas que se consideraron más significativas, las cuales pudieran dar evidencia de los elementos esenciales de la empresa que le otorgan su capacidad innovadora. Se procedió entonces a identificar aquellas ideas a través de la técnica de comparación constante para clasificar las citas en categorías iniciales donde ubicarlas. Más adelante se generó paulatinamente una categorización que permitirá la incorporación de los diversos puntos de vista expresados por los participantes. Todo lo anterior se creó de manera inductiva (Schettini & Cortazzo, 2015), con la finalidad de organizar y comprender los datos sistemáticamente (Bautista, 2011).

En la segunda etapa dos investigadores entrevistaron a un solo miembro del equipo por entrevista, haciendo uso de una guía que constaba de 47 preguntas, las cuales se iban formulando dependiendo de cómo fluyera la conversación. Buscando la objetividad del estudio, se utilizó la técnica de triangulación de investigadores: en cada nueva entrevista, los investigadores iban rotando, a fin de siempre trabajar en conjunto con un investigador diferente. Los investigadores participaban de manera alternada en la formulación de preguntas.

Los resultados de la segunda etapa se contrastaron con los de la primera etapa para que, en conjunto, dieran pie a las categorías finales. Cada investigador aportó su opinión y en conjunto llegaron a un consenso para nombrar las categorías y dimensiones que agruparía la evidencia de las entrevistas.

4. Resultados

Se encontró que Kioru es una empresa altamente innovadora. Su capacidad para desarrollar continuamente productos innovadores y los apoyos continuos que ha recibido para el desarrollo de sus proyectos de innovación durante cuatro años consecutivos a través del

Programa de Estímulos a la Innovación del CONACYT, dan evidencia de ello. En ese sentido, se presentan a continuación una serie de características que se considera fomentan su capacidad innovadora y las cuales se pueden agrupar en tres categorías principales: 1) cultura organizacional, 2) conocimiento y profesionalización, y 3) vinculación con el entorno (Tabla 2).

En cuanto a la cultura organizacional, entendida como todos aquellos elementos que los miembros de la organización comparten y reproducen en su interior (valores, significados, creencias, costumbres, ritos, mitos, historias, etc.), se identificó que está conformada por varias sub categorías: 1) apertura al cambio, 2) toma de decisiones colectiva, 3) flexibilidad en procesos y estructura organizacional, 4) ambiente organizacional agradable, 5) juventud y 6) enfoque a la mejora continua.

La apertura al cambio en Kioru se refiere a la existencia de una postura abierta y dinámica frente a lo desconocido. Esta característica le permite a la organización tomar riesgos, explorar y valorar nuevas maneras de hacer las cosas, tal como lo menciona uno de sus empleados: "La principal ventaja es que se tiene la mente abierta, o sea no dejamos que la empresa sea cuadrada. Estamos muy abiertos a innovar en cualquier aspecto, tanto en los productos que se están haciendo, (es decir) lo que ya tenemos cambiarlo completamente para ofrecerle al cliente algo mejor. Pero también en cuanto a las instalaciones, por ejemplo, como personal no tenemos que seguir ciertas reglas que son estrictas".

La toma de decisiones colectiva, por su parte, tiene que ver con permitir la participación constante de todos los integrantes de la organización, tanto en la discusión de temas importantes, como en la toma de decisiones referentes a ellos, siempre proporcionando un ambiente adecuado para las reuniones (instalaciones en buen estado, tiempos relativamente amplios para intercambiar ideas, recursos materiales para realizar juntas):

"Cuando hacemos las juntas, pues nos explican el problema o la situación y ya cada quien aporta. Pero no es tanto el problema, cuando se tratan asuntos que ya involucran a todos se hace la junta por Skype y ahí ya tenemos que involucrar a los que están fuera. Pero igual de la misma manera tenemos que participar todos. Se unen también a la sesión, a la videoconferencia los socios que están en el extranjero. Y ya todos aquí en bolita, y ya todos opinamos".

La siguiente subcategoría, flexibilidad en procesos y estructura organizacional, tiene que ver con la flexibilidad de la organización para hacer modificaciones que se consideren necesarias en el momento adecuado, las cuales permiten tener una mayor eficiencia en la toma de decisiones respecto a cualquier área o proceso:

"Esta parte de que sea un poco informal el código de vestimenta o la flexibilidad que te dan por ejemplo que yo les digo << pues estos son mis horarios >> y no se ponen estrictos en decir << no, tienes que venir de tal a tal >> sino se adaptan y así podemos trabajar bien".

Respecto a la cultura organizacional de Kioru, hay un ambiente laboral ameno que facilita un buen desempeño de sus integrantes, lo cual da como resultado que cada persona se sienta motivada a dar lo mejor de sí y a percibir una mejora en su calidad de vida, al menos en el ámbito laboral, como se observa en el siguiente comentario:

"Nosotros como empresa también nos preocupamos mucho del personal, si sabemos que el personal está contento ... dedicamos un espacio para diversión del personal, pues sabemos que muchas veces se estresan, que muchas veces tienen presión por entregar algunas cosas ... Tenemos la parte de los juegos que también les hacen que estén distraídos".

En cuanto a la juventud como otro elemento de la cultura organizacional en Kioru, esta característica hace referencia a la edad promedio con la que cuentan los miembros de la

empresa, lo cual les otorga una identidad colectiva, como se muestra a continuación.

“Yo creo que influye mucho que no pasa de los 30 nadie en la empresa, todos, los socios son muy jóvenes y bueno todos somos jóvenes, entonces, está la confianza y está la motivación de todos de querer algo más ... No te sientes como cuando llegas con un jefe súper grande y te sientes todo tieso y no sabes que decir (...) por la edad se presta mucho a que platiemos, a que de repente ves algo chistoso y se lo enseñan o le platican lo que te pasó ayer.”

Cerrando con el aspecto de la cultura y la mejora continua, esta característica muestra el cómo se identifican las deficiencias y problemas dentro de la organización a partir de la participación de todos, así como la implementación de estrategias que permitan disminuirlas y controlarlas. Esto queda de manifiesto en los siguientes comentarios:

“Primero evaluamos por qué sucedió, en qué cometimos ese pequeño detalle que hizo que ocurriera. Ya después de que lo analizamos y lo resolvimos, lo volvemos a hacer de nuevo, para que ya no vuelva a suceder. Ya tuvimos la primera experiencia con el error, lo podemos corregir para que ahora si salga bien”.

En cuanto a la categoría de conocimiento y profesionalización, se identificaron las siguientes subcategorías: 1) flujos de conocimiento continuo, 2) complementariedad de habilidades, 3) formación y seguimiento en la práctica y 4) aprendizaje continuo.

La subcategoría relacionada con flujos de conocimiento continuo se refiere a las estrategias elaboradas por la organización para compartir las inquietudes, prácticas, soluciones y el conocimiento de manera continua y a través de los mecanismos que se encuentren disponibles. Esas estrategias incentivan la difusión del conocimiento en todas las áreas, por lo que incluso la organización cuenta con una plataforma creada para compartir conocimiento entre su personal.

“Había grupos como de desarrollo en el que posteaban toda la información relevante en cuanto a los métodos que se ocupan en la empresa. Y claro tenemos una plataforma que se llama Podio... ahí tenemos como una base de todo el conocimiento que se tiene (...) Igual lo que podemos hacer es que ciertas personas se especialicen en ciertas áreas y después compartan el conocimiento con los demás (...) Procuramos en un equipo (que) todos sepan hacer todo, porque si no es así y con que falte una persona se te estanca el desarrollo”.

En cuanto a la complementariedad de habilidades, esta característica implica contar con equipos de trabajo integrales, es decir, grupos de personas las cuales poseen cualidades y aptitudes diferentes, que al complementarse potencializan la capacidad innovadora de la organización:

“Para mi un aspecto bien importante es que no todos pueden ser developers. No cien por ciento enfocados a desarrollo. Entonces sí es muy importante que todos sepan un poquito de todo, pero si cada quien se especializa en un área. Pues yo creo que es mucho más eficiente el uso del tiempo en la empresa y podemos llegar más lejos de esa manera”.

La siguiente subcategoría, formación y seguimiento en la práctica, se refiere a la asignación de responsabilidades consideradas críticas a los nuevos integrantes de la organización, siempre bajo una atenta supervisión. Además, esto puede generar mayor confianza en sí mismo ya que se les brinda la oportunidad de obtener un conocimiento directamente a partir de la experiencia real, como se observa en las siguientes declaraciones.

“Te das cuenta de que, si aprendes en la escuela pero que necesitas más que eso para poder sobrevivir en este ámbito, y ellos te exigen, pero te llevan de la mano. Y después te van soltando y te hacen participe de sus procesos. Y ya te permiten trabajar con sus clientes y te dan la seguridad y el conocimiento para sentirte bien en lo que estás estudiando y en lo que estás trabajando”.

En la siguiente subcategoría se tiene al aprendizaje continuo, que es la capacidad de los integrantes de la organización para reflexionar y aprender de forma constante con base en los errores cometidos. Lo anterior demuestra que en Kioru existe un amplio compromiso por mejorar en cada oportunidad, un elemento que indirectamente contribuye a no quedarse estancado.

“Respecto al desconocimiento, pues afortunadamente no pasa tan seguido por que todos estamos tratando de mejorar nuestros conocimientos y cada quien investiga por su parte. Pero si ha habido casos, en donde si necesitamos ocupar algo nuevo porque ya es obsoleto, o no sé cierta versión del programa que estamos ocupando o no sé, hay nuevas prácticas. Entonces lo que hacemos es como que hacemos un esfuerzo porque todo el equipo empiece a aprender esa nueva tecnología”

En cuanto a la última categoría denominada vinculación con el entorno, se identificaron tres subcategorías: 1) creación de nuevas empresas dentro de su cadena de valor, 2) relación con actores clave y 3) incorporación de conocimiento externo.

La creación de nuevas empresas implica que en Kioru existe un impulso y fortalecimiento a nuevos empresarios (en ocasiones pueden ser sus propios empleados) que se vinculan con el giro de la empresa, compartiendo experiencias, contactos, espacios y habilidades, tanto en sus líneas de negocio como al interior de la cadena de valor. Por ejemplo, si alguien abandona Kioru, se concibe como una oportunidad para generar una vinculación que pueda resultar benéfica para ambas partes, como afirma un ex empleado de Kioru y que ahora cuenta con su propia empresa:

“Y ahorita en lo que estoy armando también estoy colaborando con Kioru. Estamos haciendo como una especie de outsource. Entonces sigo trabajando con ellos como estaba antes pero ya a través de mi empresa (...) Y bueno pues ellos me dicen que siempre cuento con todo el apoyo de su parte. O sea, de la parte de tutorío, ahorita me están compartiendo oficinas. Es como un clúster de empresas, como una comunidad, un actor muy beneficioso para todos”.

En cuanto a la relación con actores clave, esta característica se refiere a los vínculos que la organización fomenta con distintos actores de su ecosistema y de los cuales puede obtener algún tipo de beneficio que contribuya a su actividad innovadora. Entre ellos por ejemplo, Kioru ha realizado vínculos con distintas universidades de la región, organismos gubernamentales (por ejemplo CONACYT) promotores de la innovación y el desarrollo tecnológico, empresas nacionales y extranjeras, clientes y proveedores, etc. De estas relaciones ha obtenido beneficios tales como incorporar egresados con conocimientos de vanguardia, participar en eventos y distintos programas de apoyo con los cuales han logrado financiar parte de sus iniciativas innovadoras y retroalimentar y mejorar sus procesos a través de la incorporación de buenas prácticas y nuevas maneras de trabajar.

En la última subcategoría se encuentra la incorporación de conocimiento externo, entendida como la apertura de los miembros de la organización a la obtención e implementación de conocimientos generados por distintos actores fuera de Kioru. Estos conocimientos adquiridos del exterior le permiten a Kioru aprender continuamente y lograr un mejor desempeño. Esto queda de manifiesto en uno de los comentarios de los integrantes de Kioru:

“Con el socio que vive en Australia lo que estamos haciendo es evaluar lo que tenemos en México, con lo que se está teniendo en otros países ... parte de lo que estamos trabajando de nuevos diseños, de nuevas funcionalidades, se está trabajando de la mano con lo que él está aprendiendo de la otra empresa ... En México en la parte de CitNova vamos a cursos y a otras convocatorias que ellos lanzan y lógicamente ahí también hay muchas empresas de tecnología

del estado de Hidalgo, ahí también tenemos contacto con otras empresas que nos comparten cómo están haciendo las cosas y nosotros cómo las hacemos ”.

Tabla 2. Categorías y subcategorías que apoyan la innovación en Kioru.

Categoría	Subcategoría
Cultura organizacional	Apertura al cambio
	Toma de decisión colectiva
	Flexibilidad en procesos y estructura organizacional
	Ambiente organizacional agradable
	Juventud
	Enfoque a la mejora continua
Conocimiento y profesionalización	Flujos de conocimiento continuo
	Complementariedad de habilidades
	Formación y seguimiento en la práctica
	Aprendizaje continuo
Vinculación con el entorno	Creación de nuevas empresas dentro de su cadena de valor
	Relación con actores clave
	Incorporación de conocimiento externo

Fuente. Elaboración propia

5. Discusión y conclusiones

Kioru puede considerarse una empresa altamente innovadora. Ese hecho se asocia a diversos factores, agrupados en el presente trabajo en las categorías de cultura organizacional, conocimiento y profesionalización y vinculación con el entorno. Estas características le han permitido a Kioru tanto la generación como la mejora de sus productos tecnológicos de manera continua. Su dispersión espacial también es un indicador del éxito empresarial que ha alcanzado hasta ahora, pues sus productos han llegado a países como Portugal, Australia, Costa Rica, Chile, Colombia y Japón.

Los resultados obtenidos en el estudio permiten una discusión respecto a literatura previa en la que se han estudiado las empresas innovadoras y sus características. En concordancia a lo descrito por Guan & Ma (2003), Kioru promueve una cultura organizacional de innovación: es creativa en su manera de operar, posee apertura al cambio y se ocupa por entender y dar respuesta apropiada al ambiente externo. De la misma manera, busca generar y explorar nuevas ideas y conceptos de negocio (Assink, 2006), generando oportunidades para crear marcas independientes que surjan de la propia empresa. Desde el punto de vista de Kroll & Schiller (2010), Kioru puede ser considerada como una empresa innovadora porque incentiva que los trabajadores realicen su trabajo con calidad dentro de la empresa, por su cooperación con otras organizaciones, por su relación con sus clientes y proveedores y porque realiza constantemente una considerable inversión en I+D.

Destacan los aspectos culturales dentro de la empresa: el trabajo en equipo, la naturalidad con que innovan, o la adaptación al cambio continuo. Los directivos son conscientes de que una estructura rígida sería para ellos más un obstáculo que un beneficio. El bajo nivel de burocracia interno les ha facilitado la toma de decisiones y la eficiencia en tiempos, además, cumplen con los requerimientos burocráticos necesarios que el sistema empresarial

mexicano exige.

Otro hallazgo corresponde a la edad promedio de sus integrantes, la cual es de 27 años, siendo el empleado más joven de 20 años. Esta condición apoya el postulado realizado por el Banco Mundial (2009), en el que se denota que la edad avanzada tiene una connotación negativa frente a la innovación.

El trabajo de Rivera González & Carrillo Gamboa (2014) encuentra una explicación similar a la obtenida en el presente estudio: las buenas relaciones con actores estratégicos son un factor clave para la innovación, sin ellas, al menos en el caso de pequeñas organizaciones como Kioru, el lograr innovaciones constantes sería sumamente complicado, así tanto como la obtención de recursos económicos y materiales.

En el trabajo de Adams et al. (2006), la cultura organizacional y la gestión del conocimiento son dos categorías a través de las cuales se puede medir cómo se administra la innovación en las organizaciones. Al respecto, gestionar el conocimiento se relaciona con permitir el flujo de ideas en el seno de la organización, lo que requiere una flexibilidad tanto estructural como de procesos para contar con un ambiente organizacional agradable en donde las personas se puedan expresar con libertad sin miedo a recibir críticas destructivas. Ello también genera la suficiente confianza para una participación colectiva en la toma de decisiones de la organización, desde las “pequeñas” hasta las más sustanciales para el funcionamiento y supervivencia de Kioru.

También dentro de los aportes de Crossan y Apaydin (2010), la cultura organizacional, el desarrollo, la implementación, el aprendizaje, la administración del conocimiento y la comercialización son elementos que al interior de las organizaciones se puede concebir como determinantes de la innovación. Todo esto se observa dentro de las otras subcategorías identificadas en Kioru, entendida como empresa con una gran apertura al cambio, un enfoque de mejora constante, y el aprendizaje continuo. Todo esto resulta relevante en el desarrollo e implementación de ideas para innovar e incluso en la forma de comercializar los resultados de las innovaciones logradas.

El caso de Kioru, demuestra que las pymes pueden generar innovaciones, no solo las grandes empresas. Incluso no es un tema exclusivo de las organizaciones dedicadas a la tecnología, la innovación puede generarse en organizaciones de diversa índole, en donde se trabaje internamente promoviendo la flexibilidad, el aprendizaje, la creación de redes y la apertura al cambio. Esto resulta importante considerando que actualmente se vive en un mundo dinámico donde la capacidad de innovación es un elemento fundamental no sólo para el desarrollo de las organizaciones y su supervivencia, sino también para generar beneficios en la sociedad.

La investigación realizada, además de nutrir el conocimiento sobre las MIPYMES mexicanas que aún son poco estudiadas, puede fungir como punto de referencia para otras pequeñas empresas. Cabe aclarar que esto no conlleva a que todas las MIPYMES tengan la capacidad de innovar, como se observó, eso depende en gran medida del contexto de cada organización y sobre todo, de sus características específicas.

Por otra parte, se debe mencionar que las características encontradas en el caso de Kioru, si bien contribuyen a fomentar sus capacidades de innovación, no se debe buscar replicarlas sin mostrar sensibilización al contexto particular de cada MIPYME. En ese sentido, uno de los aportes del presente trabajo es identificar y describir las características que contribuyen a generar un ambiente adecuado para innovar en una MYPIME mexicana con base en su contexto particular. El trabajo también contribuye a literatura previa sobre innovación y las dimensiones (Canisón et al., 2004; Crossan y Apaydin 2010; Gopalakrishnan y Damanpour,

1997) o categorías que la promueven (Adams y Phelps, 2006). A diferencia de ese tipo de indagaciones, el presente documento se enfoca en una organización pequeña, contexto poco estudiado no sólo en México sino en muchos otros países., reflejando una paradoja que muestra que a pesar de su importancia para la economía, las MIPYMES son las organizaciones menos estudiadas.

Si bien cada organización es única, es justamente esta cualidad la que invita a realizar más estudios en estos contextos, los cuales pueden tener el potencial de generar cambios importantes en la economía y en la vida de las personas. Sólo resta agregar que, no se debe buscar la creación de una “receta” al respecto. Sin embargo, consideramos que las características identificadas en este caso pueden servir como elementos a ser tomados en cuenta por otras organizaciones pequeñas para contribuir a su capacidad innovadora.

Referencias

- Adams, R., Bessant, J. & Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review. *International Journal of Management Reviews*. Vol. 8, No. 1. Pp. 21-47.
- Akman, G. Sen, & Yilmaz, C. (2008). Innovative Capability, Innovation Strategy and Market Orientation: an Empirical Analysis in Turkish Software Industry. *International Journal of Innovation Management*, 12(1), 69– 111. <https://doi.org/10.1142/S1363919608001923>
- Assink, M. (2006). Inhibitors of disruptive innovation capability: a conceptual model. *Euro Jrnl of Inn Mnagmnt*, 9(2), 215–233. <https://doi.org/10.1108/14601060610663587>
- Calantone, R. J., Cavusgil, S. T., & Zhao, Y. (2002). Learning orientation , firm innovation capability , and firm performance. *Industrial Marketing Management*, 31, 515–524.
- Camisón, C., Lapiedra, R., Segarra, M. y Boronat, M. (2004). A Meta-analysis of Innovation and Organizational Size. *Organization Studies*. Vol. 25. No. 3. pp. 331-361.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (2009). Absorptive Capacity : A New Perspective on and Innovation Learning. *Innovation*, 35(1), 128–152.
- Crossan, M. & Apaydin, M. (2010). A multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Management Studies*. Vol. 47. No. 6. pp. 1154-1191.
- Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How open is innovation? *Research Policy*, 39(6), 699–709. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.013>
- De-Mel, S., Mckenzie, D., & Woodruff, C. (2009). Innovative Firms or Innovative Owners? Determinants of Innovation in Micro , Small , and Medium Enterprises. *Policy Research Working Papers*, 4934.
- FCCyT. (2016). Fomento a La Innovación Y La Vinculación.
- Gopalakrishnan, S. & Damanpour, F. (1997). A Review of Innovation Research in Economics, Sociology, and Technology Management. *Omega*. Vol. 25. No. 1. pp. 15-28.
- Guan, J., & Ma, N. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, 23(9), 737–747. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00013-5)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la Investigación 5a Edición*. México Distrito Federal: McGRAW-HILL.
- INEGI. (2014). *Censos Económicos 2014.- Infografía*.
- Kroll, H., & Schiller, D. (2010). Establishing an interface between public sector applied research and the Chinese enterprise sector: Preparing for 2020. *Technovation*, 30(2), 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.10.003>
- Laursen, K., & Salter, A. J. (2014). The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, 43(5), 867–878. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.004>
- Lee, G., & Oakes, I. (1995). The ‘pros’ and ‘cons’ of total quality management for smaller firms in manufacturing: some experiences down the supply chain. *Total Quality Management*, 6(4), 413–426.
- Martínez-Román, J. A., Gamero, J., & Tamayo, J. A. (2011). Analysis of innovation in SMEs using an innovative capability-based non-linear model: A study in the province of Seville (Spain). *Technovation*, 31(9), 459–475.
- OECD. (1996). *Small Businesses, Job creation and Growth: Facts, Obstacles and Best Practices*. Small, 1–54. [https://doi.org/10.1002/1098-240X\(200006\)23:3<246::AID-NUR9>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1098-240X(200006)23:3<246::AID-NUR9>3.0.CO;2-H)

- OECD, & Eurostat. (2007). Manual de Oslo. Analysis (Vol. 30). <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Caracas: Panapo.
- Schumpeter, J. (1934). The Theory of Economic Development. New York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. A. (1950). Capitalism, Socialism and Democracy (3rd.). New York: Harper Torchbooks.
- Treviño, L. C. (1997). Cien Empresas Innovadoras en México. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Demarcación conceptual del Aprendizaje Organizacional. Implicaciones para su medición

María Isabel Camio

UNICEN, Facultad de Ciencias Económicas, Centro de Estudios en Administración (CEA), Argentina.

camio@econ.unicen.edu.ar

Silvia Irene Izquierdo

UNICEN, Facultad de Ciencias Económicas, Centro de Estudios en Administración (CEA), Argentina.

izquierdo@econ.unicen.edu.ar

María Belén Álvarez

CEA, CONICET, FCE – UNICEN (Pinto 399) Tandil, Buenos Aires, Argentina.

maria.alvarez@econ.unicen.edu.ar

Constanza María Diaz Bilotto

CEA, CONICET, FCE – UNICEN (Pinto 399) Tandil, Buenos Aires, Argentina.

constanza.diazbilotto@econ.unicen.edu.ar

Resumen

Al momento de evaluar la innovación y la *performance* organizacional, el Aprendizaje Organizacional (AO) se presenta como un aspecto a evaluar. En este contexto, delimitar las fronteras de estos conceptos resulta precondition para su medición. Este trabajo se propone conceptualizar el fenómeno del AO desde una perspectiva multidimensional.

Se realiza una revisión sistemática de la literatura en las bases de datos Scopus y Google Scholar. Los 36 artículos resultantes se analizan en profundidad en un proceso iterativo de lectura, codificación y análisis comparativo. De lo anterior emergen 8 elementos centrales, descriptos y articulados en la definición del AO propuesta, la cual representa una postura ontológica y epistemológica para el abordaje del fenómeno. Se señalan además sus implicancias en términos metodológicos para la medición del AO.

Palabras clave

Aprendizaje Organizacional; Conceptualización; Revisión bibliográfica

1. Marco Teórico

Si bien el AO ha sido considerado por muchos de los autores del análisis organizacional y del management como un aspecto estratégico en las organizaciones, persisten múltiples interpretaciones del fenómeno, y se trata de un campo que no ha sido claramente delimitado.

El AO es un concepto utilizado con frecuencia, valorado en la literatura del management por su impacto en la innovación (Alegre & Chiva, 2008; Huber, 1991; Stata, 1989; entre otros) y en otras medidas de *performance* (Bapuji & Crossan, 2004; Templeton, Lewis & Snyder, 2002; Dimovski, Skerlavaj, Kimman & Hernaus, 2008; Jamali, Sidani & Zoueïn, 2009; Lähteenmäki, Toivonen & Mattila, 2001; Tippins & Sohi, 2003), y sin embargo no ha sido tan claramente delimitado (Fasio y Ruddy, 2017).

De acuerdo con Ulrich, Jick & Glinow (1993) la investigación de AO se ha

caracterizado por la falta de coherencia entre los marcos teóricos existentes en términos de la definición del AO y la interacción de sus niveles de análisis, por lo que no existe un significado común. Existen pocos conjuntos de conceptos bien aceptados y bien definidos que describen los medios por los cuales las organizaciones aprenden (Shrivastava, 1983). Ninguna teoría o modelo de AO tiene una aceptación generalizada (Fiol & Lyles, 1985) y la mayoría de las definiciones son parciales, al tratar al AO desde una sola perspectiva teórica, sin tener en cuenta la visión conceptual holística (Hernaus, Škerlavaj & Dimovski, 2008).

No es sorprendente, entonces, que Prange (1999) caracterice el campo del AO como una jungla “progresivamente impenetrable” (p. 24), Easterby-Smith (1997) como fragmentado, y Chiva (2004, p. 233) hable de su “confusión teórica y desorden”, consecuencias del proceso evolutivo natural de un concepto dinámico tan complejo (Chiva, Alegre & Lapiedra, 2007). Recientemente Örténblad (2018) sugiere que la fragmentación en el campo aún es un tema de debate y da lugar a nuevas discusiones.

En el contexto de diferentes debates teóricos, algunos autores proponen una agrupación de estudios y enfoques del AO. El trabajo seminal de Senge (1990) dio lugar a una primera división en el campo: una orientada a la práctica y de naturaleza prescriptiva, centrada en el desarrollo de modelos normativos de creación de un “tipo ideal” de organización basada en ciertos factores facilitadores, y una más cercana a la academia, basada en la disciplina, analítica, de naturaleza descriptiva y enfocada en conocer la naturaleza y los procesos del AO (Chiva, 2004; Easterby-Smith, 1997).

Easterby-Smith (1997) argumenta en contra de los intentos de crear un marco único para la comprensión del AO y revisa la literatura considerando seis perspectivas disciplinarias: psicología y desarrollo organizacional (OD), ciencia de la gestión, sociología y teoría de la organización, estrategia, gestión de la producción y antropología cultural. Dada la diversidad de propósitos y perspectivas sugiere que es mejor considerar el AO como un campo multidisciplinario que contiene contribuciones y agendas de investigación complementarias.

Bell, Whitwell & Lukas (2002) proponen una agrupación en cuatro escuelas de pensamiento: la escuela económica, caracterizada por identificar mejoras en la productividad a través de las experiencias; la de desarrollo, que propone al AO como un estado en la evolución de la empresa; la de gestión, que destaca el papel de los directivos en la creación de un entorno o una cultura de aprendizaje; y la de aprendizaje por procesos, enfocada en constructos como la generación y difusión de información, comunes a todas las organizaciones.

Aludiendo a la evaluación de que los investigadores de AO no se ubican epistemológicamente y ontológicamente, Popova-Nowak & Cseh (2015) proponen analizar los debates de AO a través de la lente del marco teórico del meta-paradigma, basado en la tensión y la complementariedad de cuatro paradigmas (funcionalista, crítico, construccionista y posmodernista). El paradigma funcionalista, dominante en los estudios organizacionales y de AO, conceptualiza la realidad como externa y objetiva. Los construccionistas enriquecen la comprensión del AO a nivel de análisis colectivo al prestar atención a las prácticas y las relaciones sociales dentro de la organización. Para los posmodernistas, la nueva información se convierte en conocimiento cuando se convierte en parte del discurso organizacional, y para los teóricos críticos, la información se convierte en conocimiento cuando refleja las relaciones de poder dentro de las organizaciones (Popova-Nowak & Cseh, 2015).

Los académicos no se mantienen dentro de un solo paradigma y realizan investigaciones que se basan en diferentes enfoques. Por ejemplo, Popova-Nowak y Cseh (2015) localizan el marco de trabajo AO propuesto por Crossan, Lane & White (1999) sobre la transición entre los paradigmas funcionalista y construccionista, porque los procesos AO identificados por Crossan

et al., (1999) ocurren simultáneamente en lugar de secuencialmente y se ven afectadas por la dinámica dentro de la organización.

Un tema clave en el abordaje del AO, es el desarrollo de un instrumento de medición válido y confiable (Easterby-Smith & Lyles, 2003). Cada estudio y medición empírica que apunta a capturar el fenómeno del AO generalmente se restringe a un solo modelo teórico (Lloria & Moreno-Luzon, 2013). En este sentido, varios estudios reconocen la necesidad de tener en cuenta la multidimensionalidad del AO al momento de medirlo (Chiva *et al.*, 2007; Goh y Richards, 1997; Jerez-Gómez, Céspedes-Lorente & Valle-Cabrera, (2005). Crossan, Lane, White & Djurfeldt (1995) recomiendan a los investigadores en AO, no “dejarse absorber” por la complejidad del fenómeno, y buscar cerrar la brecha entre la teoría y la práctica evitando las aplicaciones superficiales de AO que disminuyan su valor a los ojos de los gerentes.

Los investigadores usan distintas metodologías como reflejo de sus presunciones ontológicas y epistemológicas respecto de sus campos de investigación. Reflexionar respecto de su postura metodológica y su posición filosófica podría ayudar a entender en qué grado los diseños de investigación implican decisiones más profundas. Además, apreciar las diferentes posiciones presentes en la literatura puede aportar a la creación de posturas novedosas desde las cuales definir y abarcar el fenómeno (Hatch & Yanow, 2008).

2. Metodología

Se realiza una revisión sistemática de la literatura que abarca la selección y análisis en profundidad de artículos, en pos de extraer elementos centrales para elaborar una definición propia de AO. Dos bases de datos fueron consultadas: Scopus y Google Scholar, de forma complementaria. En ambos casos se utilizaron las expresiones: “*Organizational learning AND measurement*”.

En la búsqueda realizada en Scopus se procuró asegurar la calidad científica de las publicaciones en función del número de citas, para lo cual se identificaron aquellas con 15 citas o más. Documentos que no cumplieran ese criterio pero fueran publicados desde 2014, se analizaron para identificar aquellos considerados recientes y relevantes. De ellos se obtuvieron 466 resultados.

En primer lugar se rechazaron artículos duplicados y se analizó el título y *abstract* de cada uno, resultando 29 artículos preseleccionados. Además se realizó una búsqueda intencional a partir de la cual se agregaron siete artículos relevantes, arribando a un total de 36 artículos. Estas publicaciones fueron analizadas en profundidad a fin de extraer fragmentos donde constaran las definiciones de AO y OA expuestas en cada una de ellas. Simultáneamente, se realizó un proceso de etiquetamiento o “*labeling*” (Vasilachis de Gialdino, 2006, p.163) de los elementos centrales identificados en cada fragmento.

En un segundo paso se sintetizaron los elementos identificados en ocho categorías de mayor nivel, que incluyen 21 artículos posteriormente considerados para construir una definición propia de AO.

3. Resultados

A continuación la Tabla 1 expone los ocho elementos centrales resultantes de la metodología propuesta, acompañados de las citas que les dan fundamento, transcritas en su idioma original.

Tabla 1: Síntesis de elementos centrales identificados

<p>Proceso psicosocial</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nicolini & Meznar (1995): Learning (...) is socially constructed in organizations in order to transform acquired cognition in action into accountable abstract knowledge (...). ▪ Lähteenmäki <i>et al.</i>, (2001): Collectivity refers to a social structure which contains both a normative structure, i.e. values, norms and role expectations and a behavioural structure, i.e. activities, interactions and sentiments (Scott, 1992). ▪ Crossan <i>et al.</i>, (1999): (...) The three levels of organizational learning are linked by social and psychological processes: intuiting, interpreting, integrating, and institutionalizing (4I's). ▪ Shrivastava (1983): (...) organizational learning has a collective nature that goes beyond the individual learning of persons.
<p>Proceso dinámico (sistema)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jerez-Gómez <i>et al.</i>, (2005): Organizational learning is seen as a dynamic process based on knowledge (...). ▪ Bontis <i>et al.</i>, (2002): They suggest that organizational learning is a dynamic process. ▪ Crossan <i>et al.</i>, (1999): Organizational learning (...) creates a tension between assimilating new learning (feed-forward) and exploiting or using what has been learned (feed-back). ▪ Jamali <i>et al.</i>, (2009): It is also the long-term and dynamic nature of this evolutionary crafting and molding process that has invited various scholars to refer to the learning organization as a journey, rather than a destination (Burdett, 1993), a dynamic quest, rather than a concrete outcome (Gardiner and Whiting, 1997; Örtenblad, 2004), a “tentative road map, still indistinct and abstract” (Watkins and Golembiewski, 1995, p. 99) and a metaphor, which must be interpreted by each organization to suit its particular context (Pedler <i>et al.</i>, 1989, Smith, 1999). ▪ Appelbaum & Goransson (1997): Organizational learning must be understood both as continuous ongoing change of organizational cognitive structures as well as a self-reflective process that serves to validate the phenomena of organizational learning. ▪ Templeton <i>et al.</i>, (2002): Organizational learning is as an organizational-level construct and an ongoing process. ▪ Nicolini & Meznar (1995): Learning can refer both to the process of unending cognitive modification (in the sense that learning is a never-ending process), and to the result of the process (what is achieved in the process of learning). ▪ Fiol & Lyles (1985): Learning: The development of insights, knowledge, and associations between past actions, the effectiveness of those actions, and future actions. ▪ Wang & Ahmed (2003): (...) organisational learning is not simply a collectivity of individual learning processes, but engages interaction between individuals in the organisation, and interaction between organisations as an entity, and interaction between the organisation and its contexts. ▪ Hult & Ferrell (1997): Each subprocess of learning takes place on a continuum defined by two cognitive levels of learning- single-loop and double-loop.
<p>Multinivel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jerez-Gómez <i>et al.</i>, (2005): Organizational learning is seen as a dynamic process based on knowledge, which implies moving among the different levels of action, going from the individual to the group level, and then to the organizational level and back again (Huber, 1991; Crossan <i>et al.</i>, 1999) (...) ▪ Crossan <i>et al.</i>, (1999): Organizational learning is multilevel: individual, group, and organization. The three levels of organizational learning are linked by social and psychological processes: intuiting, interpreting, integrating, and institutionalizing. (...) Not only does learning occur over time and across levels, but it also creates a tension between assimilating new learning (feed-forward) and exploiting or using what has been learned (feed-back). ▪ Jamali <i>et al.</i>, (2009): It is useful to conceive of learning organizations as comprising interdependent building blocks at the individual, group, organizational and global levels, which are mutually reinforcing with multiple interactions and spillover effects.

Capacidades

- Garvin (1993): A learning organization is an organization skilled at creating, acquiring, and transferring knowledge, and at modifying its behavior to reflect new knowledge and insights.
- Chiva *et al.*, (2007): (...) organisational learning capability, considered as the organizational and managerial characteristics that facilitate the organisational learning process or allow an organisation to learn, plays an essential role in this process.
- Alegre & Chiva (2008): (...) we understand organizational learning capability (OLC) as a bundle of tangible and intangible resources or skills the firm uses to achieve new forms of competitive advantage. These skills enable the process of organizational learning.
- Voolaid & Ehrlich (2017): (...) all authors identify similar aspects of the learning organization: continuously learning individuals; learning expressed in transformation being a natural part of the organization; learning is a strategic and knowledgeably conducted process; an organization has structures and systems that promote learning and knowledge sharing; an organization has learning capacity; knowledge as a competitive advantage.
- Jamali *et al.*, (2009): (...) there is increasing consensus in the literature on the differentiating dimensions or attributes of learning organizations, encompassing elements of leadership, strategy, participative policy making, continuous learning, dialogue and inquiry, team learning, empowerment, and facilitating processes and structures (...)

Procesos de información / conocimiento

- Garvin (1993): A learning organization is an organization skilled at creating, acquiring, and transferring knowledge, and at modifying its behavior to reflect new knowledge and insights.
- Huber (1991): An entity learns if, through its processing of information, the range of its potential behaviors is changed. (...) Knowledge acquisition is the process by which knowledge is obtained. Information distribution is the process by which information from different sources is shared and thereby leads to new information or understanding. Information interpretation is the process by which distributed information is given one or more commonly understood interpretations. Organizational memory is the means by which knowledge is stored for future use.
- Alegre & Chiva (2008): Organizational learning is the process by which organizations learn. (...) The organizational learning process consists of acquisition, dissemination and use of knowledge (Argote *et al.*, 2003; Lemon & Sahota, 2004).
- Dimovski *et al.*, (2008) y Hernaus, Škerlavaj & Dimovski (2008): Dimovski (1994) [...] defines it [aprendizaje organizacional] as a process of information acquisition, information interpretation and resulting behavioural and cognitive changes, which should, in turn, have an impact on organisational performance.
- Jerez-Gómez *et al.*, (2005): (...) to conceptualize organizational learning as the capability of an organization to process knowledge—in other words, to create, acquire, transfer, and integrate knowledge, and to modify its behavior to reflect the new cognitive situation, with a view to improving its performance.
- Pérez López *et al.*, (2004): (...) allow us to identify the existence of four constructs which are integrally linked to the learning process: acquisition of knowledge (...); distribution (...); interpretation (...); and, finally, organizational memory.
- Easterby-Smith (1997): [...] Huber (1991) who offers a “behavioral” definition: “An entity learns if, through its processing of information, the range of its potential behaviors is changed...an organization learns if any of its units acquires knowledge that it recognizes as potentially useful to the organization” (p. 89). He elaborates this through a review of literature around four main processes: knowledge acquisition, information distribution, information interpretation, and organizational memory.
- Wang & Ahmed (2003): [...] Organisational learning is the changes in the state of knowledge (Lyles, 1992, 1998). It involves knowledge acquisition, dissemination, refinement, creation and implementation (...).
- Tippins & Sohi (2003): (...) Extant literature indicates that organizational learning consists of four components: information acquisition, information dissemination, shared interpretation, and development of organizational memory.
- Templeton *et al.*, (2002): Organizational learning is the set of actions (knowledge acquisition, information distribution, information interpretation, and organizational memory) within the organization that intentionally and unintentionally influence positive organizational change.

Cambios cognitivos y comportamentales

- Garvin (1993): A learning organization is an organization skilled at creating, acquiring, and transferring knowledge, and at modifying its behavior to reflect new knowledge and insights.
- Nicolini & Meznar (1995): Learning, is socially constructed in organizations in order to transform acquired cognition in action into accountable abstract knowledge (...)
- Fiol & Lyles (1985): Two basic dimensions appear with some consistency in the literature. One has to do with the content of learning (...) The other (...) refers to the extent of cognitive development, and it has to do with the level at which this development takes place.
(...) Changes in behavior may occur without any cognitive association development; similarly, knowledge may be gained without any accompanying change in behavior.
- Dimovski *et al.*, (2008): If no behavioural or cognitive changes occur, organizational learning has not in fact occurred and the only thing that remains is unused potential for improvements (Fiol & Lyles, 1985; Garvin, 1993). Sanchez (2005) supported this notion by saying that 'knowledge has a value to organisations only when it is applied in action within an organisation's processes' (p. 12) and that 'organisational learning can be said to occur when there is a change in the content, conditionality, or degree of belief of the beliefs shared by individuals who jointly act on those beliefs within an organisation' (p. 16).
- Huber (1991) Finally, learning need not result in observable changes in behavior (...) Change resulting from learning need not be visibly behavioral (...) the crucial element in learning is that the organism be consciously aware of differences and alternatives and have consciously chosen one of these alternatives. The choice may be not to reconstruct behavior but, rather, to change one's cognitive maps or understandings (Friedlander 1983).

Proceso intencional y no intencional

- Templeton *et al.*, (2002): Organizational learning is the set of actions (...) within the organization that intentionally and unintentionally influence positive organizational change.
- Robey *et al.*, (2000): We define organizational learning as an organizational process, both intentional and unintentional, enabling the acquisition of, access to, and revision of organizational memory, thereby providing direction to organizational action (...).
- Wang & Ahmed (2003): a learning organisation should consciously and intentionally devote to the facilitation of individual learning in order to continuously transform the entire organisation and its contexts (Pedler *et al.*, 1991; Moris, 1996; Scarbrough *et al.*, 1998).
- Huber (1991): Consequently, it seems important to highlight that learning need not be conscious or intentional.

Performance

- Bapuji & Crossan (2004): Research employing a learning perspective has found that learning impacts the performance of the firm and/or moderates the effect of other variables on firm performance in a number of ways. (...) The empirical research has progressed past the question of whether learning automatically leads to performance to focus on when and why learning leads to performance.
- Templeton *et al.*, (2002): Organizational learning is the set of actions (...) within the organization that intentionally and unintentionally influence positive organizational change.
- Dimovski *et al.*, (2008): Dimovski (1994) (...) defines it [aprendizaje organizacional] as a process of information acquisition, information interpretation and resulting behavioural and cognitive changes, which should, in turn, have an impact on organisational performance.
- Jamali *et al.*, (2009). It is the dynamic process of carefully crafting these basic ingredients into organizational archetypes and corporate DNAs that gives organizations an edge in terms of agility, adaptation and innovation (Jarshapara, 1994).
- Alegre & Chiva (2008): The organizational learning process consists of acquisition, dissemination and use of knowledge, and is thereby closely related to product innovation performance (Argote *et al.*, 2003; Lemon & Sahota, 2004) (...) Innovation is therefore closely related to organizational learning.
- Lahteenmaki *et al.*, (2001): (...) It is simply seen as something that increases an organization's ability to implement planned change and reach its objectives (...) we view learning as a mediating factor between change objectives and business results.
- Tippins & Sohi (2003): The contention of our model is that IT competency's effect on firm performance is mediated by organizational learning.

Fuente: Elaboraci3n propia.

Distintos autores coinciden en considerar al aprendizaje como un *proceso social* (Lähteenmäki *et al.*, 2001), socialmente construido (Nicolini & Meznar, 1995) o de naturaleza colectiva (Shrivastava, 1983).

Otros autores comparten la definición del AO como *proceso dinámico* (Jerez-Gómez *et al.*, 2005; Bontis, Crossan & Hulland, 2002; Crossan, Lane & White, 1999; Jamali *et al.*, 2009), continuo (Templeton *et al.*, 2002; Appelbaum & Goransson, 1997; Nicolini & Meznar, 1995) o que nunca termina (Nicolini & Meznar, 1995). Wang & Ahmed (2003) consideran que el AO involucra la interacción entre individuos, entre organizaciones, y entre éstas y sus contextos. Por su parte, para Hult & Ferrell (1997) cada subproceso de aprendizaje tiene lugar en un continuo definido por dos niveles cognitivos de aprendizaje: un solo ciclo y un doble ciclo (ver Argyris y Schon, 1978, 1996; Slater y Narver, 1994). Asimismo emerge la idea de que el aprendizaje, además de tener lugar a través del tiempo y entre niveles, crea tensión entre la asimilación de conocimiento nuevo (*feedforward*) y la explotación de lo aprendido (*feedback*) (Crossan *et al.*, 1999).

Jerez-Gómez *et al.*, (2005) ven al AO como un proceso dinámico basado en el conocimiento, lo que implica moverse entre los diferentes niveles de acción. Esta idea es tomada de Crossan *et al.*, (1999) quienes establecen que el AO es *multinivel* y que sus tres niveles (individuo, grupo y organización) están conectados por procesos sociales y psicosociales de intuición, interpretación, integración e institucionalización. A su vez, el aprendizaje fluye entre los tres niveles mediante procesos de *feed forward* y *feedback*.

Considerando al aprendizaje como multinivel, Jamali *et al.*, (2009) mencionan que es útil concebir a las organizaciones que aprenden como bloques de construcción interdependientes a nivel individual, grupal, organizacional y mundial, que se refuerzan mutuamente con interacciones y efectos de *spillover*.

Garvin (1993) también se ubica desde la corriente de organización que aprende, definiéndola como aquella capacitada para crear, adquirir y transferir conocimientos, y para modificar su comportamiento a fin de reflejar nuevos conocimientos e *insight*. En esta definición se identifican tres elementos también considerados centrales por otros autores: las capacidades de la organización, los procesos informacionales y de conocimiento y la referencia a los cambios cognitivos y de comportamiento.

La *capacidad de AO* es considerada como un conjunto de características organizacionales y de gestión que facilitan el AO o permiten que una organización aprenda (Chiva *et al.*, 2007). En ella se incluyen recursos y habilidades (Alegre & Chiva, 2008).

Esta capacidad se suele relacionar con la literatura prescriptiva sobre el AO (Tsang, 1997, citado por Alegre & Chiva, 2008) que analiza las variables contextuales que facilitan el aprendizaje (Hult y Ferrell, 1997; Jerez-Gómez *et al.*, 2005; Alegre & Chiva, 2008). Para Voolaid & Ehrlich (2017) o Jamali *et al.*, (2009) existe un consenso cada vez mayor sobre las dimensiones diferenciadoras de las organizaciones que aprenden (factores culturales, procesos y facetas estructurales que sostienen el aprendizaje).

Otro elemento central refiere a los *procesos informacionales y de conocimiento* (Alegre & Chiva, 2008; Dimovski *et al.*, 2008; Hernaus *et al.*, 2008; Jerez-Gómez *et al.*, 2005; Pérez López, Montes Peón & Vázquez Ordás, 2004; Easterby-Smith, 1997; Garvin, 1993, entre otros). El principal exponente es Huber (1991) quien afirma que una entidad aprende si, a través de su procesamiento de información, cambia su rango de comportamientos potenciales. Estos involucran la adquisición de conocimientos, la distribución e interpretación de la información y la memoria organizacional.

No todos los autores comparten la misma clasificación de procesos. Mientras que, por

ejemplo, Tippins & Sohi (2003) o Templeton *et al.*, (2002) definen al AO con los procesos de Huber (1991), Garvin (1993) hace referencia a la creación, adquisición y transferencia de conocimiento y Alegre & Chiva (2008) mencionan la adquisición, diseminación y uso del conocimiento.

Los cambios cognitivos y de comportamiento derivados del aprendizaje es otro elemento identificado en la definición de Garvin (1993). Este autor sugiere que una organización que aprende es aquella capaz de modificar su comportamiento, reflejando nuevos conocimientos e *insight*. En esta línea Nicolini & Mezner (1995) definen al aprendizaje como socialmente construido para transformar el conocimiento adquirido en acción, evidenciándose el aprendizaje a través del cambio organizacional.

Dimovski *et al.*, (2008) sugieren que si no se producen cambios conductuales o cognitivos, el AO no se ha producido. El conocimiento tiene valor cuando se aplica en procesos organizacionales y el AO se produce cuando hay un cambio en el contenido, la condicionalidad o el grado en que se cree en las creencias compartidas (Sánchez, 2005, citado por Dimovski *et al.*, 2008).

Al abordar el concepto de aprendizaje, Fiol & Lyles (1985) indican que existen dos dimensiones básicas que aparecen con cierta consistencia en la literatura: el contenido del aprendizaje y la extensión del desarrollo cognitivo, la que remite al nivel en el que este desarrollo se lleva a cabo.

Según los autores el contenido del aprendizaje puede definirse como patrones de las asociaciones cognitivas desarrolladas por los miembros de la organización (Duncan & Weiss, 1979; Hedberg, 1981; Jelinek, 1979; Pfeffer & Salancik, 1978; Weick, 1979, citados por Fiol & Lyles, 1985) o ser visto como los resultados conductuales que reflejan los patrones desarrollados (Daft & Weick, 1984, citado por Fiol & Lyles, 1985). Indican, además, que los cambios en el comportamiento pueden ocurrir sin ninguna asociación cognitiva, así como el conocimiento puede ser adquirido sin ningún cambio en el comportamiento.

De forma similar Huber (1991) expone que el aprendizaje no necesariamente deriva en cambios observables en el comportamiento. Los individuos pueden ser conscientes de las alternativas y elegir conscientemente, implicando un cambio en sus mapas cognitivos.

Otro elemento recurrente se relaciona con la *intencionalidad o no intencionalidad del proceso de aprendizaje*. Autores como Templeton *et al.*, (2002) definen al aprendizaje como un conjunto de acciones (procesos informacionales) que intencional o no intencionalmente influyen positivamente en el cambio organizacional. Robey, Boudreau & Rose (2000) entienden que el aprendizaje puede ocurrir guiado por una acción intencional o no. Huber (1991), por su parte, reconoce la existencia de un aprendizaje no intencional o no sistemático al incluirlo como ítem del subproceso “aprendizaje experiencial”, dentro del proceso de adquisición del conocimiento. Desde otra perspectiva, Wang & Ahmed (2003) consideran que una organización que aprende debe dedicarse consciente e intencionalmente a facilitar el aprendizaje individual para transformar a la organización y sus contextos.

Una última cuestión responde a las *medidas de performance* a las que contribuiría el AO. Bapuji & Crossan (2004) mencionan que la investigación que emplea una perspectiva de aprendizaje ha encontrado que éste impacta en la *performance* y/o modera el efecto de otras variables sobre la *performance* de la empresa de diferentes maneras.

Los hallazgos de la presente revisión dan cuenta de lo anterior al identificar trabajos como el de Templeton *et al.*, (2002) donde se entiende que el aprendizaje influye positivamente en el cambio organizacional, o Dimovski (1994, citado por Dimovski *et al.*, 2008) donde se considera que los

cambios conductuales y cognitivos generados por el aprendizaje deberían tener un impacto en la *performance*.

Otros estudios identifican otras medidas de *performance* como Jarshapara (1994, citado por Jamali *et al.*, 2009) donde se plantea que el aprendizaje da a las organizaciones una ventaja en términos de agilidad, adaptación e innovación, o el de Alegre & Chiva (2008, en referencia a los de Argote *et al.*, 2003; Lemon & Sahota, 2004) que plantea que el AO está estrechamente relacionado con la innovación de productos y que ésta dependería de la capacidad de la empresa para aprender.

Bapuji & Crossan (2004) mencionan que algunos estudios identifican al aprendizaje como variable que modera el efecto de otras variables sobre la *performance*. Entre los artículos analizados se distingue lo anterior en el estudio de Tippins & Sohi (2003) donde el argumento del modelo propuesto es que el efecto de las competencias de TI en la *performance* de las empresas está mediado por el AO, o en el de Lähteenmäki *et al.*, (2001) donde el aprendizaje es visto como un factor mediador entre los objetivos de cambio y los resultados del negocio.

A la luz del análisis realizado se construye una conceptualización propia del AO desde una perspectiva multinivel, la que pretende capturar los aportes de la literatura existente y constituir la base del enfoque desde el cual abordar la medición del fenómeno.

Se define entonces al AO como: *Proceso psicosocial, de información / conocimiento, dinámico y multinivel, mediante el cual una Organización que Aprende (OA), desarrolla y explota las capacidades para generar cambios cognitivos y de comportamiento con impacto positivo en la performance.*

4. Conclusión

A partir de considerar el impacto del AO en la innovación y la *performance*, surge la importancia de definir el AO con una visión holística (Hernaus *et al.*, 2008), integral y multidimensional. En un campo fragmentado y compuesto por diversas perspectivas (Chiva, 2004; Prange, 1999; Easterby-Smith, 1997), resulta crítico conceptualizar el fenómeno para delimitar sus fronteras, ante el interés por medirlo.

Intentos de conceptualizar el AO deben reflejar esta complejidad y multidimensionalidad a través de la interrelación de “miradas” que permitan superar el reduccionismo. En respuesta a este desafío se extraen elementos centrales de la literatura sobre su medición, a partir de los cuales se construye una definición de AO, con una mirada ontológica y epistemológica del fenómeno.

La definición propuesta puede ubicarse en la zona de transición entre los paradigmas funcionalista y constructivista (Popova-Nowak & Cseh, 2015), al reconocer su complementariedad. Los estudios de management se ubican mayormente en el paradigma funcionalista, el que considera que el aprendizaje a nivel individual se agrega a nivel colectivo, pero no se discuten aspectos específicos de dicha agregación.

Considerar el proceso de información desde el paradigma funcionalista implica entenderlo como actividades intencionales de recopilación de información y, sumarle una mirada constructivista, implica considerar que la fuente de información puede ser extra e intraorganizacional, y que su procesamiento incluyen la construcción de sentido precognitivo y la interacción del conocimiento tácito y explícito de los miembros de la organización.

Adoptar una perspectiva construccionista, considera que las organizaciones evolucionan como entidades heterárquicas fragmentadas que se construyen y promulgan socialmente mediante interacciones mediadas simbólicamente a medida que sus miembros negocian, dan

sentido a su experiencia y producen y reproducen estructuras organizativas. Esta perspectiva enriquece nuestra comprensión del AO en el nivel colectivo de análisis, prestando atención a las prácticas y relaciones sociales dentro de la organización, y condiciona las metodologías de investigación a aplicar.

En virtud de lo anterior, se propone una definición de AO que lo entiende como un proceso psicosocial, que reconoce la interacción entre niveles de aprendizaje (de los individuos hacia la organización y viceversa), que señala su dinamismo como un proceso social y psicológico que ocurre simultáneamente y no secuencialmente, y que considera que podría estar tanto condicionado por como determinar el grado de capacidad de aprendizaje de la organización.

La necesidad de definir el camino conceptual a través del cual enfocar la medición del fenómeno de AO, involucró el desafío de articular las contribuciones de las perspectivas funcionalista y constructivista, y señalar los elementos distintivos que surgen de ellas. Este camino elegido condiciona la selección de estrategias metodológicas que atiendan a la complejidad y multidimensionalidad del fenómeno, requiriéndose resolver la articulación de las perspectivas de un sesgo más funcionalista y la capacidad de captar los procesos psicosociales (paradigma constructivista, a la vez que sienta las bases para el diseño de un instrumento de medición confiable y válido del fenómeno.

5. Referencias

- Alegre, J., & Chiva, R. (2008). Assessing the impact of organizational learning capability on product innovation performance: An empirical test. *Technovation*, 28(6), 315–326.
- Appelbaum, S., & Goransson, L. (1997). Transformational and adaptive learning within the learning organization: a framework for research and application. *The Learning Organization*, 4(3), 115–128.
- Bapuji, H., & Crossan, M. (2004). From questions to answers: Reviewing organizational learning research. *Management Learning*, 35(4), 397–417.
- Bell, S., Whitwell, G. & Lukas, B. (2002). Schools of Thought in Organizational Learning. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30(1), 70–86.
- Bontis, N., Crossan, M., & Hulland, J. (2002). Managing an Organizational Learning System by aligning stocks and flows. *Journal of Management Studies*, 39(4), 437-469.
- Chiva, R. (2004). The facilitating factors for organizational learning in the ceramic sector. *Human Resource Development International*, 7(2), 233–249.
- Chiva, R., Alegre, J., & Lapiedra, R. (2007). Measuring organisational learning capability among the workforce. *International Journal of Manpower*, 28(3/4), 224–242.
- Crossan, M. M., Lane, H. W., White, R. E., & Djurfeldt, L. (1995). Organizational learning: Dimensions for a theory. *The international journal of organizational analysis*, 3(4), 337-360.
- Crossan, M., Lane, H., & White, R. (1999). An organizational learning framework: From intuition to institution. *Academy of Management Review*, 24(3), 522-537.
- Dimovski, V., Skerlavaj, M., Kimman, M. & Hernaus, T. (2008). Comparative analysis of the organisational learning process in Slovenia, Croatia, and Malaysia. *Expert Systems with Applications*, 34 (2008), 3063–3070.
- Easterby-Smith, M. (1997). Disciplines of Organizational Learning: Contributions and Critiques. *Human Relations*, 50(9), 1085-1113
- Fasio, A. y Rutty, M. (2017). Hacia la identificación de dimensiones relevantes relacionadas con el aprendizaje organizacional. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(16), 85- 99
- Fiol, C. & Lyles, M. (1985). Organizational learning. *Academy of Management Review*, 10(4), 803-813.
- Garvin, D. (1993). Building a learning organization. *Harvard Business Review*, 71(4), 78-91.
- Goh, S., & Richards, G. (1997). Benchmarking the learning capability of organizations. *European*

- Management Journal*, 15(5), 575-583.
- Hatch, M., & Yanow, D. (2008). Methodology by metaphor: Ways of seeing in painting and research. *Organization Studies*, 29(1), 23-44.
- Hernaus, T., Škerlavaj, M., & Dimovski, L. (2008). Relationship between organisational learning and organisational performance: The case of Croatia. *Transformations in Business and Economics*, 7(2), 32-48.
- Huber, G. (1991). Organizational learning: The contributing processes and the literatures. *Organization science*, 2(1), 88-115.
- Hult, G., & Ferrell, O. (1997). Global organizational learning capacity in purchasing: Construct and measurement. *Journal of Business Research*, 40(2), 97-111.
- Jamali, D., Sidani, Y., & Zouein, C. (2009). The learning organization: tracking progress in a developing country. *The Learning Organization*, 16(2), 103-121.
- Jerez-Gómez, P., Céspedes-Lorente, J., & Valle-Cabrera, R. (2005). Organizational learning capability: A proposal of measurement. *Journal of Business Research*, 58(6), 715-725.
- Lähteenmäki, S., Toivonen, J. & Mattila, M. (2001). Critical Aspects of Organizational Learning Research and Proposals for Its Measurement. *British Journal of Management*, 12 (2), 113-129.
- Lloria, M., & Moreno-Luzon, M. (2014). Organizational learning: Proposal of an integrative scale and research instrument. *Journal of business research*, 67(5), 692-697.
- Nicolini, D., & Mezner, M. (1995). The Social Construction of Organizational Learning: Conceptual and Practical Issues in the Field. *Human Relations*, 48(7), 727-746.
- Örtenblad, A. (2018). What does “learning organization” mean? *The Learning Organization*, 25(3), 150-158.
- Pérez López, S., Montes Peón, J., & Vázquez Ordás, C. (2004). Managing knowledge: the link between culture and organizational learning. *Journal of Knowledge Management*, 8(6), 93-104.
- Popova-Nowak, I. & Cseh, M. (2015). The meaning of organizational learning: A meta-paradigm perspective. *Human Resource Development Review*, 3 (3), 299-331.
- Prange, C. (1999). Organizational learning—Desperately seeking theory? In M. Easterby-Smith, L. Araujo, & J. Burgoyne (Eds.), *Organizational learning and the learning organization: Developments in theory and practice* (pp. 23-43). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Robey, D., Boudreau, M., & Rose, G. (2000). Information technology and organizational learning: a review and assessment of research. *Accounting, Management and Information Technologies*, 10(2), 125-155.
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline*, Currency Doubleday, New York: NY.
- Shrivastava, P. (1983). A typology of organizational learning systems. *Journal of Management Studies*, 20(1), 7-28.
- Stata, R. (1989). Organizational learning: The key to management innovation. *Sloan Management Review*, 30(3), 63-74.
- Templeton, G., Lewis, B., & Snyder, C. (2002). Development of a Measure for the Organizational Learning Construct. *Journal of Management Information Systems*, 19(2).
- Tippins, M. J., & Sohi, R. S. (2003). IT competency and firm performance: is organizational learning a missing link? *Strategic Management Journal*, 24(8), 745-761.
- Ulrich, D., Jick, T., & Glinow, M. (1993). High-impact learning: Building and diffusing learning capability. *Organizational Dynamics*, 22(2), 52-66.
- Vasilachis de Gialdino, I. (coord.) (2006) Ameigeiras, A.; Chernobilsky, L.; Giménez Béliveau, V.; Mallimaci, F; Mendizábal, N.; Neiman, G.; Quaranta, G. y Soneira, A, *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Barcelona: Gedisa
- Voolaid, K., & Ehrlich, Ü. (2017). Organizational learning of higher education institutions: the case of Estonia. *The Learning Organization*, 24(5), 340-354.
- Wang, C., & Ahmed, P. (2003). Organisational learning: a critical review. *The Learning Organization*, 10(1), 8-17.

The influence of organizational innovativeness on the performance of micro enterprises in the Professional Knowledge Intensive Business Services (P-KIBS) sector

Claudineia Kudlawicz-Franco

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Business School, Brazil
kclaudineia@gmail.com

Carlos O. Quandt

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Business School, Brazil
carlos.quandt@pucpr.br

Marlon J. Liebel

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Business School, Brazil
liebel72@gmail.com

Abstract

This study analyzes the influence of organizational innovativeness on the financial and non-financial performance of knowledge-intensive professional business services companies (P-KIBS), specifically a sample of micro-enterprises in the state of Paraná, Brazil. Organizational innovativeness was operationalized with the model of Quandt, Bezerra and Ferraresi (2015), and questions on performance were adapted from the study by Avlonitis, Papastathopoulou and Gounaris (2001) and refer to the financial and non-financial performance of companies. The survey resulted in 193 valid responses, analyzed with structural equation modeling (SEM). The results indicate that organizational innovativeness positively influences both financial and non-financial performance. This suggests that organizational innovativeness is a relevant factor for performance in knowledge-intensive services.

Keywords

Microenterprises. Organizational innovativeness. Performance. Services

1. Introduction

This paper presents a study about the impact of organizational innovativeness on financial and non-financial performance of Knowledge Intensive Business Services – KIBS. The relevance of services in the economy can be demonstrated by its large share of GDP – Gross Domestic Product in most countries. The World Bank Group (2019) presented the following results of the service sector: (i) the world – considering the countries that provided data to the World Bank – Services increased its participation from 61.7% in 2007 to 64.9% in 2016, (ii) in Latin America and Caribbean Region, the growth was from 55.2% in 2007 to 60.9% in 2017, (iii) in Brazil its participation increased from 57.7% in 2007 to 62.6% in 2018.

Small and Medium Enterprises (SMEs) represent 99% of all businesses in the European Union (European Commission, 2019). In Brazil, where the research was conducted, SMEs represent 99.7% of the total businesses (IBGE, 2015). The present research focused on a subset of SMEs, the so-called “micro-enterprises”, which have less than 10 employees.

Organizational innovativeness is the ability of an organization in successfully and willingly producing ideas, services, products or processes in search of sustained innovation development (Hurley & Hult, 1998; Lawson & Samson, 2001; Lumpkin & Dess, 2016). Financial and non- financial performance is defined here as the achievement of pre-determined objectives by a company, whether they are financial or relative to other aspect of performance (Ferraresi, 2010).

In this context, this paper pursues the answer for the following research question: What is the influence of organizational innovativeness on the financial and non-financial performance of knowledge-intensive micro-enterprises?

This paper is divided in five parts: (i) this introduction, intended to bring some relevant facts about the constructs used in the research, (ii) a brief literature review, (iii) the methodology adopted, (iv) the analysis of the collected data and (v) the conclusions and recommendations for future research.

2. Literature review

2.1. Organizational Innovativeness

Although the concepts of innovation and innovativeness are commonly seen as analogous, they express different ideas. Innovation reflects the results of innovative activities. Zairi (1994) defines innovation as the new ways of delivering quality to customer in a consistent and economically viable manner. Salavou (2004) points out that innovativeness reflects the willingness to try something new, to a commitment to reach state-of-the-art products or technologies. Garcia and Calantone (2002) identified fifteen constructs and 51 distinct scale items in their research about product innovativeness, in only 21 empirical studies. In this regard, the authors explain that the term innovativeness is more often used as a measure of the degree of newness of an innovation.

Therefore, organizational innovativeness is more appropriately defined as the propensity to innovate, or the organizational capacity to sustain new ideas, innovations and creative techniques that give rise to new services, processes and products (Lumpkin & Dess, 1996). For Hurley and Hult (1998), organizational innovativeness refers to openness and the ability to introduce innovations into organizations. This requires companies to be receptive to change and prepared to face new challenges

Gopalakrishnan and Damanpour (2000) adopted a time frame definition of organizational innovativeness, measured by the number of innovations the organization had adopted in the previous two years while studying the impact of organizational context on innovation adoption in commercial banks.

Wang and Ahmed (2004) used 29 items from literature review – reduced to 20 after data analysis to identify five dimensions of organizational innovativeness in their study,: (i) behavioural, (ii) product, (iii) process (iv) market and (v) strategic.

Considering that companies seek, independently of other factors, favorable performance, the relationship between these and innovativeness is of significant relevance. In addition, a number of authors (Avlonitis, Papasthatopoulou & Gounaris, 2001; Antoni et al., 2007, Quandt, Bezerra & Ferraresi, 2015) carried out studies that discuss, theoretically and empirically, this subject, seeking evidence of this relationship.

Avlonitis, Papasthatopoulou and Gounaris (2001) studied product innovativeness and

the performance of new services. They proposed that the performance of a new service is the result of the process of its development, which is influenced by its innovation. One of its conclusions is that the main contributions of service innovations are stronger in non-financial performance. Antoncic et al. (2007) demonstrated that technological innovativeness tends to be a direct predictor of performance in terms of growth.

The ten-dimension model of organizational innovativeness proposed by Quandt, Bezerra and Ferraresi (2015) was used to measure the relationship between innovativeness and performance by Bezerra and Wronski (2015), Bezerra and Fernandes (2015) and Bezerra and Guimarães (2017). These authors found a positive relationship between the dimensions of organizational innovativeness and innovative performance.

2.2. *KIBS*

The seminal work of Miles et al. (1995) initiated the discussion about Knowledge Intensive Business Services, and emphasized approaches to innovation and economic growth that had highlighted KIBS role, for they promote knowledge generation, diffusion, and accumulation in the economy. The authors observe that the KIBS have some distinct characteristics, for they: (i) are highly dependent on professional knowledge, (ii) are primary sources of knowledge and information or use them to produce intermediate services for the manufacture processes of their clients and (iii) are competitive and they mainly supply for companies.

KIBS are considered private companies or organizations that operate as facilitators or innovation sources and yet perform activities that result in knowledge creation, accumulation or dissemination. KIBS contribute to study the services and the innovation concomitantly developing knowledge together with their clients (Miles et al., 1995; Hertog, 2000; Muller & Zenker, 2001).

According to the characteristics provided by Miles et al. (1995), KIBS comprise two different sets of services: (i) traditional professional services – those based on specialized knowledge in administrative and social subjects, involving abilities from legal up to statistical analyses and (ii) new technology-based services – related with the production of new technologies and their knowledge transfer to clients. These two types are commonly known as Professional KIBS (P-KIBS) and Technology-based KIBS (T-KIBS), as described in Table 1.

Table 1 - Types of KIBS

Professional Services (P-KIBS) (liable to be intensive users of new technology)	New Technology-Based KIBS – T-KIBS
Marketing/advertising;	Computer networks/telematics (e.g. VANs, on-line databases);
Training (other than in new technologies);	some Telecommunications (especially new business services);
Design (other than that involving new technologies);	Software;
some Financial services (e.g. securities and stock-market-related activities);	Training in new technologies;

Office services (other than those involving new office equipment, and excluding “physical” services like cleaning);	Design involving new technologies;
Building services (e.g. architecture; surveying; construction engineering, but excluding services involving new IT equipment such as Building Energy Management Systems));	Building services (centrally involving new IT equipment such a Building Energy Management Systems));
Management Consultancy (other than that involving new technology);	Management Consultancy involving new technology;
Accounting and bookkeeping;	Technical engineering;
Legal services;	Environmental services involving new technology; e.g. remediation; monitoring; Scientific/laboratory services;
Environmental services (not involving new technology, e.g. environmental law; and not based on old technology e.g. elementary waste disposal services).	R&D Consultancy and "high-tech boutiques"

Source: Adapted from Miles et al. (1995).

The relevance of innovation and knowledge has been approached by Figueiredo, Ferreira and Marques (2015), who performed a literature review on the subject using Scopus® database from the year 2000 up to 2014 and concluded that changes depend on incorporated knowledge of the employees, and KIBS must operate to facilitate this accomplishment. The authors identified five KIBS key dimensions: (i) knowledge, (ii) innovation, (iii) special, (iv) wealth generation and personnel qualification and (v) institutional.

J-Figueiredo et al. (2017) examined 230 papers for different KIBS behavior: KIBS roles and attributes. The evolution of the Service sector, specially KIBS, has been analyzed by Strat et al. (2016). The authors performed a time-series data analysis and achieved to point out the sector’s main characteristics that stimulate local economy.

European studies tend to use the *Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne* – NACE – statistic nomenclature of European Community economic activities – (Horgos & Koch, 2008; Corrocher et al., 2009) in order to identify the activities related to KIBS. In Brazil, the most common procedure to survey the activities using the codes of CNAE the National Classification of Economic Activities (Guimaraes & Meirelles, 2014; J-Figueiredo et al., 2017). Many services cannot be considered KIBS, basically those that do not demand highly qualified labor.

2.3. Performance

In order to provide criteria to evaluate performance based on innovativeness, Quandt, Bezerra and Ferraresi (2015) proposed a theoretical model with 10 innovativeness dimensions: (i) strategy, (ii) leadership, (iii) culture, (iv) organizational structure, (v) processes, (vi) people, (vii) external relationships, (viii) technological infrastructure, (ix) measurement and (x) organizational learning.

Hansen (2014) explored the influence of innovativeness on financial performance measured by five variables: (i) Composite Performance, (ii) Return on Sales, (iii) sales growth rate, (iv) after tax return on sales and (v) gross profit margin. Unexpectedly, as the author mentions, the difference among the companies that (i) increased innovativeness, (ii) had

no change in innovativeness and (iii) decreased innovativeness was only statistically significant ($p < 0.10$) for sales growth rate comparing companies that increased innovativeness versus those that decreased.

Hatak (2015) studied the relationship of innovativeness and family-firm performance, considering the family commitment as a moderating variable. The research omitted firms with less than 50 employees in order to reduce heterogeneity in the sample. The author concludes that it is important that the family commits to their decision, either actively participating or maintaining low profile, consistency is the key. Second, firm policy makers should encourage owners to pursue long-term strategies regarding the commitment of family members.

Ferraresi et al. (2014) analyzed the influence of knowledge management on the development of strategic orientation and on innovativeness, and if these three factors positively affect performance. The authors only found statistically significant relationship between knowledge management and performance, when mediated by strategic orientation and innovativeness. A particularly interesting finding was that this empirical research did not confirm that innovativeness contributes to performance, as intuitively supposed.

An approach to the joint impact that quality and innovativeness might have on short-term product performance was presented by Molina-Castillo & Munuera-Aleman (2009). The authors concluded that interaction repercussion of quality and innovativeness is different than the isolated influence of these variables. The authors point out that given the budget limitations, it is necessary to carefully analyze the trade-off between quality and innovativeness, in order to find the optimal allocation of their resources.

3. Methodology

The companies were selected using the classification of CNAE 2.0 (IBGE, 2016a), and searched according to their activity: professional KIBS (P-KIBS). The activities analyzed are: 1) legal, 2) accounting, accounting and tax consultancy, 3) consulting and business management, 4) architecture, 5) engineering, 6) research and development in social and human sciences, 7) advertising and 8) market research and opinion.

The size of the companies was determined based on the IBGE criteria (2016b), which classifies as micro-enterprises the companies that have fewer than 10 employees.

For the data collection, a questionnaire was used with a scale of 11 points, considering that "0" represents "totally disagree" and "10" corresponds to "totally agree". Questions regarding sociodemographic information were included. The final questionnaire had a total of 44 questions, including 31 on organizational innovativeness, 8 on performance and the others seeking general information about the companies that composed the sample.

In order to verify weaknesses in the questionnaire, a pre-test was carried out with 11 managers, who were not included in the effective sample. Prior to data collection, telephone contact was made explaining the research objectives and verifying the interest and possibility of response of the company representative.

The instrument was sent using as a text document or through the online research system *Qualtrics* as requested by the respondent. In the end of the collection period, 193 valid questionnaires were obtained.

The organizational innovativeness construct was adapted from Quandt, Bezerra and Ferraresi (2015) with 10 dimensions: strategy; leadership; culture; organizational structure; processes; people; relationship; infrastructure.

Questions on Performance were adapted from the study by Avlonitis, Papastathopoulou and Gounaris (2001) and refer to the financial and non-financial performance of companies.

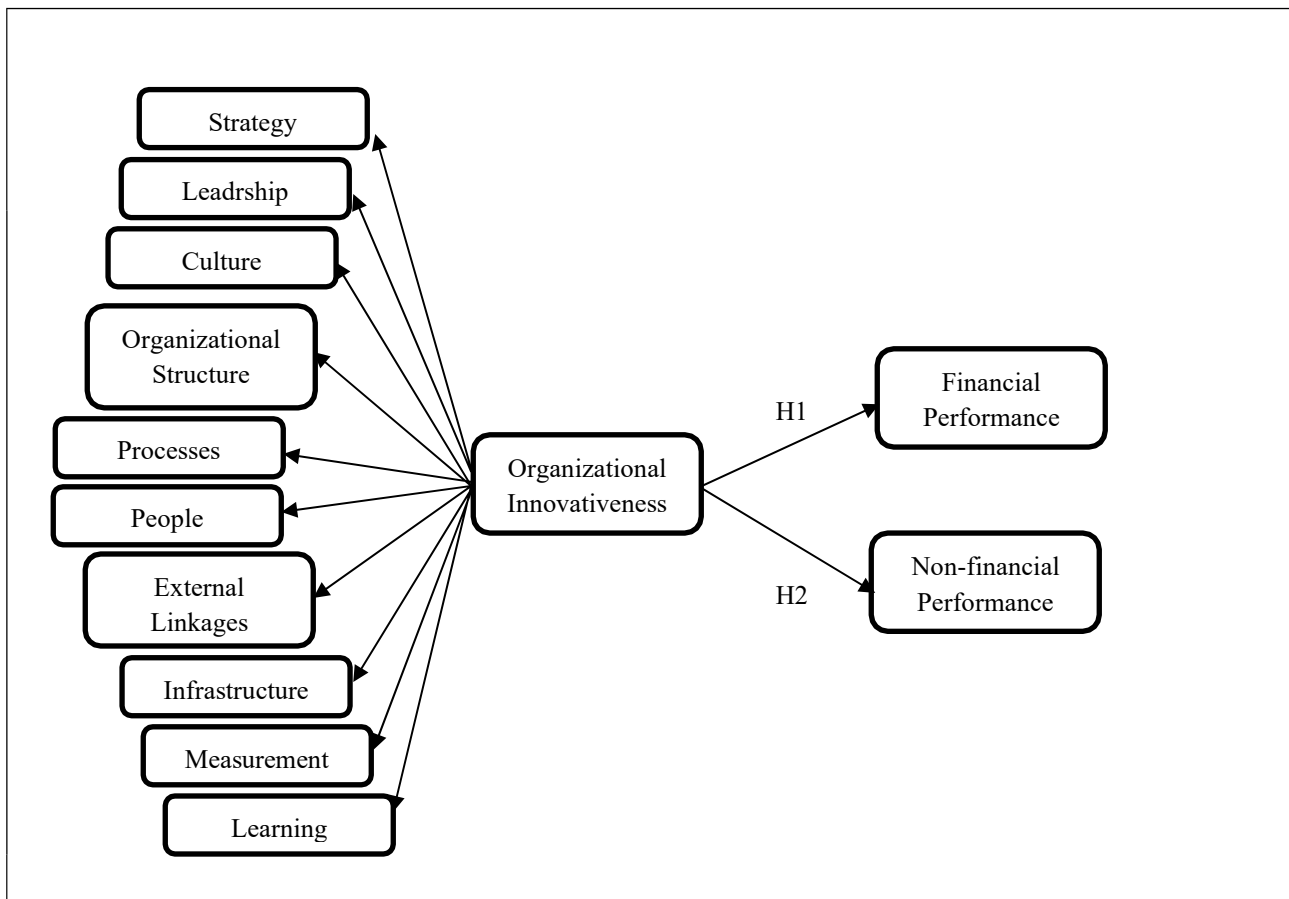
This study comprised the following hypotheses:

- H1: Organizational innovativeness influences in a positive way the financial performance of P-KIBS micro and small enterprises.

- H2: Organizational innovativeness positively influences the non-financial performance of P-KIBS micro and small enterprises.

The conceptual model of the study is shown on Figure 1.

Figure 1- Conceptual model of research



Source: the authors

The consistency of the scales was verified using the Cronbach's alpha test considering acceptable values above 0.60 (Hair et al., 2005; Netemeyer, Bearden & Sharma, 2003). In order to analyze normality, the Kolmogorov-Smirnov test and the asymmetry and kurtosis were calculated, followed by the Structural Equation Modeling analysis.

The study adopted values of 0.50 for AVE (Average Variance Extracted) (Netemeyer et al., 2003; Hair et al., 2005) and 0.70 for Composite Reliability (Hair et al., 2005). The discriminant validity was verified by checking the correlation index between the variables and checking the difference between the square of these correlations and the calculated AVE and by means of the chi-square difference with the formation of all the pairs of the model

(Bagozzi & Yi, 1998). Finally, the adjustment indices of the model were analyzed and the relationships between the constructs.

4. Data analysis and discussion of results

The sample consisted of 193 KIBS companies in the state of Paraná. Only P-KIBS – professional knowledge-intensive service companies – were selected, not considering technological services (T- KIBS). The activities that comprise the sample are legal activities, accounting and auditing with 124 companies, architecture and engineering with 33 companies, advertising with 27 companies, and the remaining are other consulting activities and other scientific professionals.

The data normality test, Kolmogorov-Smirnov, indicate that the data distribution was not normal. Considering that one of the points that need to be considered in the assumption of normality is asymmetry and kurtosis, the variables of the organizational innovations and performance constructs presented acceptable values. Therefore, bootstrapping (Hair et al., 2005) was used as an alternative for the analysis of non-normal data. *Amos* version 24 software was used.

The Cronbach's alpha test was used to analyze the reliability of the scales, as presented in Table 1.

Table 1 – Construct Reliability: Cronbach’s Alpha test

Construct	Dimension	Cronbach’s alpha
Organizational innovativeness	Strategy	0.703
	Leadership	0.783
	Culture	0.710
	Organizational structure	0.701
	Processes	0.741
	People	0.612
	External relationship	0.711
	Infrastructure	0.731
	Measurement	0.876
	Learning	0.650
Financial performance		0,889
Non-financial performance		0.930

Source: The authors

The dimensions presented values within the acceptable standard, all above 0.60, indicating that the scale is reliable. A first-order CFA (Confirmatory Factor Analysis) was performed in the organizational innovation construct to verify the fit indices of the model, which are presented in Table 2.

Table 2 - First-order CFA adjustment indexes of the construct organizational innovativeness

Indexes	Values
Absolute adjustment measures	
χ^2	934.90

Df	389
X^2 / Df	2.403
RMSEA	0.085
Incremental Adjustment Measures	
IFI	0.818
CFI	0.813
NFI	0.724
TLI	0.777

Source: The authors

The first-order CFA values of organizational innovativeness are considered acceptable and adequate, being close to or greater than 0.80. The RMSEA value of 0.085 indicates a good fit of the model. The AVE values of organizational innovativeness were satisfactory. However, the dimensions of strategy (AVE 0.46), Culture (AVE 0.48), organizational structure (AVE 0.46), infrastructure (AVE 0.43), people (AVE 0.21), learning (AVE 0.41), deviate slightly from the recommended one, which is 0.50, indicating that more than 50% of the variance is not explained by the latent variable, but are sufficient for the study. The AVE values of financial and non- financial performance are above 0.50, also considered satisfactory.

In the composite reliability of organizational innovation and financial and non-financial performance, the values are acceptable, indicating that there is convergent validity between the indicators and the dimensions proposed in these constructs. In the discriminant validity, correlation values were satisfactory, all below 0.90 in both organizational innovativeness and financial and non-financial performance.

In the analysis of the square of the correlations, some dimensions presented higher values than the AVE, so the third test was performed, observing the difference between the chi-squares, with analyzes with free covariance and fixed at a value of 1. All values of the differences of these chi- squares presented statistically significant values ($p < 0.001$), indicating the discriminant validity for all dimensions of the study.

In the second-order CFA of the organizational innovation construct, the model fit values were acceptable: chi-square = 1,055,516, $df = 421$, $p\text{-value} < 0.000$, $NFI = 0.688$, $RFI = 0.656$, $IFI = 0.786$, $TLI = 0.760$, $CFI = 0.783$ and $RMSEA = 0.08$. After these analyzes of the suitability indexes of the model, the structural relationships were analyzed and the hypothesis test was performed, presented in Table 3.

Table 3 - Structural relations and hypotheses

Hypothesis	Structural relationship		Coefficient	Result	
H1	Organizational innovativeness	=>	Financial performance	0,465 *	Accepted
H2	Organizational innovativeness	=>	Non-financial performance	0.544 *	Accepted

* significant results at the level of 1%

Source: The authors

Hypothesis H1 (Organizational innovativeness positively influences the financial performance of KIBS) and H2 (Organizational innovativeness positively influences the non-financial performance of KIBS) were accepted. This result confirms the findings of Bezerra and Fernandes (2015), Bezerra and Wronski (2015), Bezerra and Guimarães (2017). In order to study the relationship between organizational innovativeness and innovative performance,

Bezerra and Fernandes (2015) approached trading companies, industries and services and Gonçalves (2014) studied exporting companies in the manufacturing industry.

Bezerra and Wronski (2015) studied the organizational innovativeness and innovative performance of pubs, restaurants and nightclubs, identifying that firms with a stronger perceived innovativeness exhibit a higher innovative performance. Bezerra and Guimarães (2017) also studied the innovative performance of advertising companies, which are also classified as KIBS. All of these studies that used the Quandt, Bezerra and Ferraresi (2015) scale addressed the innovative performance of several types of companies, not focusing on other types of performance.

It also confirms other studies (Avlonitis, Papasthatopoulou & Gounaris, 2001, Antoncic et al., 2007, Kumar et al., 2013, Akgün et al., 2014; Hatak et al., 2016) that approached varied scales to measure innovation and used several types of performance, finding a positive relation between both. Kumar et al. (2013) point out that innovation is only achieved by inserting its results into the company's internal processes or new products placed on the market.

This result also corroborates with the study by Akgün et al. (2016) and Acar and Özşahin (2018) who had as one of their results that organizational innovativeness is positively related to financial performance. Although these studies confirm the results of this research, no one was found that specifically addresses KIBS companies.

5. Final considerations

This study aimed to analyze the influence of organizational innovativeness on the financial and non-financial performance of micro-enterprises within knowledge intensive business services (P- KIBS). These companies are characterized by having few employees, but this does not indicate that they have a small workload. Because they carry out knowledge-intensive services, they may involve large revenues and considerable volume of activity.

This study concludes that organizational innovativeness positively influences both financial and non-financial performance. This indicates that to improve the resources of these companies, they need to be attentive to organizational innovativeness. The peculiar characteristics of these companies allowed this study to shed light on questions such as the operationalization for constructs aimed at them and the importance they have for the region in which they are installed. Because they are KIBS companies, employee knowledge is vital to the activity.

Among the contributions of this study is the use of research tools adapted to the reality of such type of companies and the analysis of financial and non-financial performance separately. Another contribution is in addressing the KIBS as performed by micro-enterprises. The information provided by this study can assist managers in improving their performance in changing environments.

The study has some limitations, such as the ones related to sample size and diversity of activities; therefore, the sample is not homogeneous and some types of activity have more respondents than others. It is also important to consider the subjectivity of the answers, considering that it is based on the perceptions of the respondents and each one has a professional training and culture.

Some suggestions arise with these limitations, such as the need to better understand these companies by separating them by activity and increasing the sample. Another suggestion is to expand studies to other regions and analyze the differences between them. The scales need

to be improved, especially the organizational innovativeness, which could include a qualitative component to confirm the results with the managers of these companies. The analysis of micro-enterprises in the T-KIBS subsector would also contribute to a better understanding of the impacts of organizational innovativeness on financial and non-financial performance.

6. References

- Akgün, A. E., Erdill, O., Keskin, H. & Muceldilli, B. (2016). The relationship among gratitude, hope, connections, and innovativeness, *The Service Industries Journal*, 36(3-4), 102-123.
- Antonicic, B., Prodan, I., Hisrich, R. D. & Scarlat, C. (2007). Technological innovativeness and firm performance in Slovenia and Romania, *Post-communist economies*, 19(3), 281-298.
- Avlonitis, G. J., Papastathopoulou, P. G. & Gounaris, S. P. (2001). An empirically-based typology of product innovativeness for new financial services: Success and failure scenarios, *Journal of Product Innovation Management*, 18 (5), 324-342.
- Bagozzi, R. P. & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16(1), 74-94.
- Bezerra, C. A. & Fernandes, M. A. (2015). Rumo à consolidação das dimensões da inovatividade e seu impacto no desempenho inovador, *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Vol. 2, 1-15.
- Bezerra, C. A. & Wronski, J. L. M. (2015). Inovatividade, criatividade e gestão do conhecimento em bares, restaurantes e casas noturnas: um estudo em estabelecimentos de Curitiba – PR, *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, 10(1), 18-43.
- Bezerra, C. A. & Guimarães, A. J. R. (2017). O desempenho inovador de agências de publicidade e sua relação com a gestão do conhecimento e condições organizacionais de inovatividade e criatividade, *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 7(1), 70-97.
- Corrocher, N., Cusmano, L., & Morrison, A. (2009). Modes of innovation in knowledge-intensive business services evidence from Lombardy. *Journal of Evolutionary Economics*, 19(2), 173-196.
- European Commission (2019) – What is an SME? Retrieved from https://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_en.
- Ferraresi, A. A. (2010). *Gestão do conhecimento, orientação para o mercado, inovatividade e resultados organizacionais: um estudo em empresas instaladas no Brasil* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Ferraresi, A. A., Quandt, C. O., dos Santos, S. A., & Frega, J. R. (2012). Knowledge management and strategic orientation: leveraging innovativeness and performance. *Journal of knowledge management*, 16(5), 688-701.
- Figueiredo, R., Neto, J. V., Quelhas, O. L. G., & de Matos Ferreira, J. J. (2017). Knowledge Intensive Business Services (KIBS): bibliometric analysis and their different behaviors in the scientific literature'. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 14(3), 216-222.
- Figueiredo, R., Ferreira, J., & Marques, C. (2015). A Dimensão Conceitual de Knowledge-Intensive Business Services (KIBS) como Fator-Chave para Inovação. *Sistemas & Gestão*, 10(1), 148-157.
- Garcia, R., & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association*, 19(2), 110-132.
- Gonçalves, A. *Fatores determinantes da inovatividade de empresas: estudo comparativo entre empresas exportadoras e não exportadoras*. 2014. 172 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- Gopalakrishnan, S., & Damanpour, F. (2000). The impact of organizational context on innovation adoption in commercial banks. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47(1), 14-25.
- Guimarães, J. D. A., & Meirelles, D. S. (2014). Caracterização e localização das empresas de serviços tecnológicos intensivos em conhecimento no Brasil. *Gestão & Produção*, 21(3), 503-519.
- Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. and Black, W. C. (2005), *Análise Multivariada de dados*. Bookman Editora, Porto Alegre, RS.
- Hansen, E. (2014). Innovativeness in the face of decline: performance implications. *International Journal of Innovation Management*, 18(05), 1450039.
- Hatak, I., Kautonen, T., Fink, M., & Kansikas, J. (2016). Innovativeness and family-firm performance: The

- moderating effect of family commitment. *Technological forecasting and social change*, 102, 120-131.
- Hertog, P. D. (2000). Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation. *International journal of innovation management*, 4(04), 491-528.
- Horgos, D., & Koch, A. (2008). The internal differentiation of the KIBS sector: empirical evidence from cluster analysis. *International Journal of Services Technology and Management*, 10(2-4), 190-210.
- Hurley, R. F., & Hult, G. T. M. (1998). Innovation, market orientation, and organizational learning: an integration and empirical examination. *Journal of marketing*, 62(3), 42-54.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas Econômicas (2015) – *Outras Estatísticas Econômicas – Demografia das Empresas – 2015*.
- Kumar, K. G. S., Thampi, P. P., Jyotishi, A. & Bishu, R. (2013). Toward strategically aligned innovative capability: a qfd-based approach, *Quality Management Journal*, 20(4), 37-50.
- Lawson, B., & Samson, D. (2001). Developing innovation capability in organisations: a dynamic capabilities approach. *International journal of innovation management*, 5(03), 377-400.
- Lumpkin, G. T., & Dess, G. G. (1996). Clarifying the entrepreneurial orientation construct and linking it to performance. *Academy of management Review*, 21(1), 135-172.
- Miles, I., Kastrinos, N., Flanagan, K., Bilderbeek, R., Hertog, P. D., Huntink, W., & Bouman, M. (1995). Knowledge intensive business services users, carriers and sources of innovation,” a report to DG13 SPRINT-EIMS. Retrieved from Luxembourg: The University of Manchester.
- Molina-Castillo, F. J., & Munuera-Aleman, J. L. (2009). The joint impact of quality and innovativeness on short-term new product performance. *Industrial Marketing Management*, 38(8), 984-993.
- Muller, E., & Zenker, A. (2001). Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems. *Research policy*, 30(9), 1501-1516.
- Netemeyer, R. G., Bearden, W. O. and Sharma, S. (2003). *Scaling Procedures: Issues and Applications*. Sage Publications. Newbury Park, California.
- Quandt, C. O., Bezerra, C. A. and Ferraresi, A. A. (2015), Dimensões da inovatividade organizacional e seu impacto no desempenho inovador: proposição e avaliação de um modelo, *Gest. Prod.*, São Carlos, 22(4) 873-886.
- Salavou, H. (2004). The concept of innovativeness: should we need to focus?. *European Journal of Innovation Management*, 7(1), 33-44.
- Strat, V. A., Davidescu, A. A. M., Grosu, R. M., & Zgură, I. D. (2016). Regional Development Fueled by Entrepreneurial Ventures Providing KIBS—Case Study on Romania. *Amfiteatru Economic Journal*, 18(41), 55-72.
- Wang, C. L., & Ahmed, P. K. (2004). The development and validation of the organisational innovativeness construct using confirmatory factor analysis. *European journal of innovation management*, 7(4), 303-313.
- World Bank Group (2019) – *Services, value added (%GDP)*. Available from <https://data.worldbank.org/indicator/>.
- Zairi, M. (1994). Innovation or innovativeness? Results of a benchmarking study. *Total Quality Management*, 5(3), 27-44.

Estudo bibliométrico: processo de análise hierárquica aplicado à logística reversa

Luiz Gustavo Cordeiro

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), FACE, Brasil,
gucordeiro@gmail.com

Danielly Gomes Marques

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), FACE, Brasil,
daniellygmarques@gmail.com

Jane Corrêa Alves Mendonça

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), FACE, Brasil,
janemendonca@ufgd.edu.br

Luan Carlos Santos Silva

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), FACE, Brasil,
luancarlos@ufgd.edu.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar o cenário da publicação acadêmica sobre o tema Processo de Análise Hierárquica (AHP) aplicada à Logística Reversa (LR), cuja análise foi feita em bancos de dados nacionais e internacionais (SciELO, ScienceDirect e Inderscience), sendo que foram buscados trabalhos no modelo artigo científico dentro do recorte de tempo de 2008 a 2018 (dez anos). Foram utilizadas técnicas bibliométricas para atender a questões como: principais autores do tema, principais autores referenciados nos trabalhos estudados, relação entre os autores (cocitações) e quais são os principais periódicos que publicam sobre o tema da pesquisa. A pesquisa envolveu um total de 18 artigos, 47 autores e 14 periódicos. Os resultados foram que os principais autores do tema são Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Chandra Prakash & M.K. Barua e Vipul Jain. Os principais autores referenciados foram V. Ravi, Thomas L. Saaty, Dale S. Rogers & Ronald S. Tibben-Lembke, Qinghua Zhu, Joseph Sarkis e Suneel Kumar Srivastava. Sendo os principais cocitados V. Ravi, Anil Jindal, Kuldip Singh Sangwan, P. Sasikumar e Kannan Govindan. Os principais Journals foram Gestão e Produção, da UFSCAR, presente no banco “SciELO” e “Journal of Manufacturing Systems” presente no banco “ScienceDirect”.

Palavras-chave

Bibliometria, Decisão, Resíduos

1. Introdução

A tomada de decisão é uma atividade da administração e está presente em diferentes processos diários do gestor. Para Simon (1979) o tomador de decisão como o indivíduo que realiza uma ação de decisão baseada nas alternativas e opções disponíveis. Segundo Prêve, Moritz e Pereira (2012), através da estruturação das necessidades, das possibilidades de ações, das informações disponíveis e das comunicações a serem realizadas, é possível realizar uma

decisão assertiva, e é dever do administrador realizar um desenvolvimento eficaz do processo de tomada de decisões.

Marins, Souza e Barros (2009) dizem que o processo de decisão em ambiente complexo dificulta a tomada de decisão, pois pode envolver dados imprecisos ou incompletos, múltiplos critérios e inúmeros agentes de decisão. Para tal, métodos de tomada de decisão baseados na análise de multicritérios são recomendados. Dentre os métodos de Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios (MCDM), o “*Analytic Hierarchy Process*”, ou “Processo de Análise Hierárquica” (AHP), é destacado por essa pesquisa.

Uma das atividades integrante da gestão da cadeia de suprimentos é a logística, composta por fluxos diretos e reversos, as atividades básicas compreendem a gestão de transporte de insumos e produtos, sendo responsável pelo armazenamento, gerenciamento da informação e outras atividades que tem o objetivo final de atender aos requisitos dos clientes (PIRES, 2004).

Os sistemas produtivos fornecem para o atendimento às demanda da sociedade, o ciclo formado por esse vínculo se inicia com a obtenção de recursos necessários do sistema natural e se encerra com a destinação pós-consumo, que pode seguir diferentes caminhos, a destinação final por exemplo em aterros sanitários ou a incineração e também o retorno para o ciclo produtivo através de reciclagem, reuso e dos fluxos reversos que promovem o reinserção de materiais a rede de suprimentos (VALLE; SOUZA, 2014).

Com o aumento constante do consumo e fluxo de mercadorias, por motivos como a obsolescência programada dos produtos, diminuindo assim o ciclo de vida dos mesmos, e a globalização que levou a padronização, as empresas que possuem interesse em reutilizar suas embalagens vazias para produzirem novas, como alumínio ou garrafas pet e empresas que produzem itens como baterias de lítio, pilhas com compostos de chumbo ou agrotóxicos, que podem agredir o ambiente, vêm adotando políticas de logística reversa para realizar os descartes de seus materiais de maneira adequada ou então reutilizá-los (WILLE & BORN, 2012).

Porém a prática da logística reversa não está apenas ligada a estratégias comerciais, já que para certos produtos existem leis que regulam e tornam obrigatórias tais práticas por parte das empresas, fazendo com que os fabricantes sejam responsáveis por seus produtos até o término de seu ciclo de vida, aumentando assim a importância de tais práticas por parte dos empresários (BOWERSOX; CLOSS; HELFERICH, 1986). Sendo assim, os tomadores de decisão destes ambientes precisam de ferramentas rápidas e eficazes, para modelar e otimizar uma decisão, comparando as várias alternativas, com condições prévias ou de acordo com desempenho.

Dentro de tal contexto, esta pesquisa tem como objetivo realizar uma análise de produções acadêmicas sobre tomada de decisão utilizando a ferramenta “*Analytic Hierarchy Process*”, (AHP), desenvolvida por Thomas L. Saaty no início da década de 1970, aplicada a atividades ligadas com logística reversa, utilizando métodos bibliométricos de análise. A pesquisa possui caráter descritivo, qualitativo e exploratório.

Entre as questões que motivaram a produção deste artigo estão presentes: (a) “Quem são os principais autores do tema? ” (b) “Quais os principais autores referenciados nos artigos estudados? ” (c) “Como os autores interagem entre si, referenciando-se e citando uns aos outros? (d) “Quais os principais periódicos sobre o tema? ” Para tal, essa pesquisa buscou analisar artigos de diferentes nacionalidades encontrados em diferentes bancos de dados, com o objetivo de responder a tais questionamentos. Os bancos de dados foram “SciELO”, “Inderscience”, “ScienceDirect” e “J-stage”. Após identificados os artigos nos bancos de dados,

foram buscados os fatores de impacto dos “*journals*” em que os artigos foram publicados, dentro das plataformas “Sucupira”, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e “InCites Journal Citation Reports” (JCR). Porém, o banco de Dado “J-stage”, que é japonês, não possui seus “*journals*” classificados em nenhuma das duas bases citadas a cima, portanto, tiveram de ser desconsiderados para demais análises.

2. Fundamentação teórica

2.1. *Analytic hierarchy process (ahp) e a tomada de decisão*

Tomas L. Saaty desenvolveu a ferramenta AHP (Analytic Hierarchy Process) no início da década de 1970 como uma maneira eficiente de apoiar as decisões em processos de múltiplos critérios. Colaborando, em ambientes complexos nos quais uma série de fatores devem ser ponderados antes da tomada de decisão. Sendo assim, o AHP se categoriza como um método de Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios (MCDM).

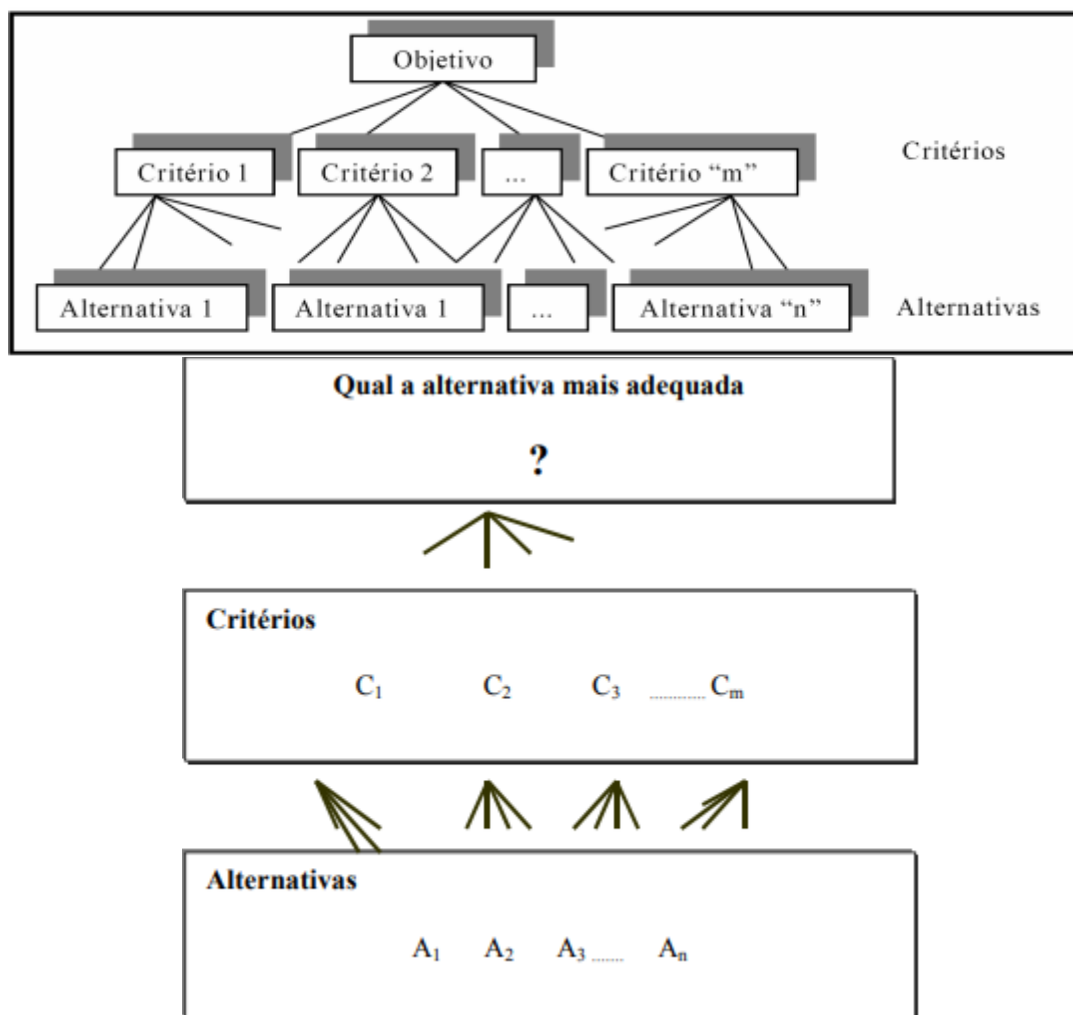
Saaty criou o AHP como um processo analítico baseado nas ideias de Newton e Descartes por meio de uma estruturação de níveis hierárquicos para cada critério da ação a ser realizada, segundo Costa (2002): “a construção de hierarquias é uma etapa fundamental do processo de raciocínio humano”. Chiavenato (2004, p.350) cita O comportamento é planejado quando é guiado por objetivos e é racional quando escolhe as alternativas adequadas à consecução dos objetivos. Há uma hierarquia para distinguir o que é um meio e o que é um fim. Os objetivos visados pelas pessoas obedecem a uma hierarquia, na qual um nível é considerado fim em relação ao nível mais baixo e é considerado meio em relação ao de ordem maior. Sendo assim, o método AHP é capaz de definir alternativas e possibilidades de atingir o objetivo geral respeitando os critérios necessários. As comparações são realizadas paritariamente utilizando de matrizes para tal.

Para Saaty (2008), a tomada de decisão envolve muitos critérios e subcritérios usados para classificar as alternativas de uma decisão. Sendo assim, medições numéricas não possuem o mesmo valor para diferentes prioridades e critérios, fazendo-se necessário tornar os valores relativos às prioridades para cada decisão, cuja as definições são confiadas ao julgamento de especialistas. Saaty (2008) propõe as seguintes etapas como modelo de decomposição para organizar a tomada de decisão e obter as prioridades necessárias:

Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado.

1. Estruturar a hierarquia de decisão do topo com o objetivo da decisão, então os objetivos de uma maneira geral, através dos níveis intermediários (chamados de critérios, dos quais os elementos subsequentes dependem) ao nível mais baixo (alternativas). Segundo Saaty (2008): “No AHP o problema é estruturado em níveis hierárquicos, como forma de buscar uma melhor compreensão e avaliação do mesmo.” Conforme a Figura 1.

Figura 1: Estrutura Hierárquica Básica



Fonte: Saaty (2008)

2. Construir um conjunto de matrizes de comparação *pairwise*. Cada elemento em um nível superior é usado para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo dele.

3. Usar as prioridades obtidas das comparações para avaliar, através de pesos, as prioridades no nível abaixo. Para cada elemento no nível abaixo, adicionar os valores ponderados e obter sua prioridade global. Realizar este processo continuamente até que as prioridades finais das alternativas no nível mais baixo sejam obtidas.

A prática da tomada de decisões relaciona-se com a avaliação das alternativas, fazendo com que estas satisfaçam os objetivos do estudo, escolhendo assim a melhor alternativa que contemple o maior número de critérios estabelecidos. O método AHP fornece uma abordagem estruturada para determinar os pesos de múltiplos critérios e padronizá-los, de forma que possam ser comparados e as decisões possam ser tomadas (BHUTTA; HUQ, 2002). Grandzol (2005) explica que o processo de comparação por pares no AHP, distribuídos através de hierarquias e escalas de prioridade, desenvolvem pesos relativos através da análise dos participantes, denominadas prioridades, que diferencia a importância dos critérios.

As prioridades são obtidas através do julgamento dos participantes nas rodadas, e os resultados são estruturados na forma exata em uma matriz de comparação, somando cada linha

e dividindo cada uma pela soma total de linha, ou adicionando cada linha da matriz e dividindo por seu total (SAATY, 2008).

Para que se faça comparações, é necessária uma escala de números que indica quantas vezes determinado elemento é mais importante ou dominante em relação a outro elemento com respeito ao critério ou propriedade. Ou seja, a tabela desenvolvida por Saaty (2008) indica qual a relevância que se dá aos pesos escolhidos pelo participante no momento do julgamento, como descritos da Tabela 1.

Tabela 1 - Escala fundamental de Saaty para atribuição de pesos

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
2	Fraco ou irrelevante	
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
4	Moderada intermediária	
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
6	Grande intermediária	
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
8	Muito, muito grande	
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
1.1-1.9	Se as atividades são muito próximas	Pode ser difícil atribuir o melhor valor, quando comparado com outras atividades contrastantes, o tamanho nos números não seria muito perceptível, mas ainda podem indicar a importância relativa das atividades.

Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

2.2. Logística reversa

A Logística Reversa (LR) e o gerenciamento dos resíduos sólidos não eram prioridade das empresas, entretanto, com a instituição da Lei nº 12.305/10, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, a Logística Reversa passa a ser priorizada. Essa lei dispõe

de normas e diretrizes dos resíduos que contaminam áreas e provocam a poluição do meio ambiente, regula a destinação final adequada incluindo reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, fator competitivo e econômico das cadeias produtivas (BRASIL, 2010). É indubitável que as empresas enfrentam desafios durante o processo de implantação da LR devido ao conflito de interesse dos *stakeholders*, tanto interna como externamente, pois várias agências governamentais desenvolvem regulamentações ambientais diferentes, enquanto isso as universidades, acadêmicos e pesquisadores buscam soluções para contribuir com o ambiente empresarial (ABDULRAHMAN, 2014).

Segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), as atividades ligadas à logística são o gerenciamento de transporte, gestão de frotas, manuseio de materiais, armazenagens, gestão de estoques, projetos de rede logística, além de compras e abastecimentos em alguns casos, sendo ainda inclusas diversas atividades de planejamento em níveis estratégico, tático e operacional. Lambert (2008), porém, relacionaram previamente ao CSCMP as atividades de reaproveitamento e remoção de refugos e administração e devoluções como parte das atividades de logística empresarial, sendo essas atividades diretamente ligadas aos conceitos de LR.

Daher, Silva e Fonseca (2006) ponderam que procedimentos de LR dizem respeito a fluxos contrários de materiais, ou seja, materiais que retornam à empresa por algum motivo, podendo ser devoluções de clientes por não conformidades ou retorno de materiais por atendimento de legislações ambientais. Sendo assim, a LR é realizada utilizando canais de distribuições reversos, que agregam valor ao material recebido nas naturezas econômica, legal, ecológica, logística, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2015).

Além disso, a LR também pode ser definida como uma área planejadora, controladora e operadora dos fluxos e informações referentes a retornos de bens de pós-consumo ou pós-venda ao ciclo produtivo (LEITE, 2015). Rogers e Tibben-Lembke (1998) concluem que mais precisamente, a logística reversa é o processo de mover bens de seu destino final típico com o propósito de capturar valor, ou descarte adequado.

Porém a prática da logística reversa não está apenas ligada a estratégias comerciais, já que para certos produtos existem leis que regulam e tornam obrigatórias tais práticas por parte das empresas, fazendo com que os fabricantes sejam responsáveis por seus produtos até o término de seu ciclo de vida, aumentando assim a importância de tais práticas por parte dos empresários (BOWERSOX; CLOSS; HELFERICH, 1986).

3. Metodologia

A pesquisa é caracterizada como um estudo bibliométrico, usando de métodos quantitativos com a natureza descritiva e exploratória. A busca por artigos foi realizada em bancos de dados internacionais e nacionais, sendo eles “Scielo”, “Inderscience”, “ScienceDirect” e “J-stage”. Foram buscados em tais bancos artigos que se encaixassem no tema: AHP ligado à Logística Reversa, para determinarmos os principais autores, principais journals, principais citações e como os autores interagem citando uns aos outros ou trabalhando em conjunto. Segundo Gil (1999), a pesquisa exploratória é usada para se obter a visão geral acerca de um tema que não é muito explorado. Esse método, segundo Roesch (1999), agrega valor ao levantamento de hipóteses e possui uma flexibilidade maior em relação a outros métodos.

Pelo fato do presente trabalho buscar a análise de correlações entre autores que

dissertam sobre um tema específico, a pesquisa descritiva se faz necessária por ser o método que objetiva estabelecer e compreender as relações entre variáveis (Gil, 1999). O método descritivo também se preocupa em observar, analisar, interpretar e classificar fatos sem a interferência do pesquisador além de através dela poder caracterizar a natureza comportamental de fenômenos para gerar “insights” a problemas de pesquisa (Andrade 2012; Collins & Hussey 2005).

O Tratamento dos dados coletados foi realizado com auxílio da ferramenta Microsoft Excel, para tabulação de dados, confecção das matrizes para análise e tabelas, e o software Ucinet 6.0, para a geração de diagramas e figuras para demais análises apresentadas no trabalho nas seguintes seções.

3.1. COLETA DE DADOS E ANÁLISES

Para a coleta de dados foi escolhido pelos pesquisadores realizar a busca em bancos nacionais e internacionais para se identificar com que frequência métodos de AHP são aplicados a problemas de LR; os bancos como anteriormente citados foram “Scielo”, “Inderscience”, “ScienceDirect” e “J-stage” além de demais bancos nos quais não foram encontrados nenhum trabalho que correspondesse à problemática da pesquisa. Foram usados os termos “Análise Hierárquica do Processo” e “Logística Reversa” tanto em português quanto em Inglês (Analytic Hierarchy Process, Reverse Logistics), tanto de maneira extensa como em siglas (AHP, LR), tanto juntos em um mesmo título ou problemática como separados e citados em momentos distintos durante um mesmo artigo. Após a coleta preliminar, os artigos foram analisados um a um para validar se realmente tratavam de ambos os temas (AHP e LR) em sua pesquisa.

Em seguida foi avaliado o fator de impacto dos *Journals* em que os artigos foram publicados, sendo eles o índice “Qualis”, buscado na plataforma “Sucupira”, pertencente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o índice *Journal Citation Reports* “JCR” publicada pelo *Institute for Scientific Information* (ISI) e editada pela *Thomson*. Os journals encontrados no banco “J-Stage”, que somavam um total de 3 trabalhos da região asiática, além de um *Journal* do banco “Inderscience”, que possuía um trabalho, infelizmente não puderam ser levados em consideração para demais análises, pois não foi encontrado fator de impacto em nenhuma das plataformas mencionadas. Os artigos estão citados na Tabela 2.

Tabela 2 – Artigos encontrados no banco “J-Stage”

TÍTULO DO ARTIGO	JOURNAL	NOME DOS AUTORES
Research on the Sustainable Economy Development Mode of Automobile Parts Companies Based on Reverse Logistics	Innovation and Supply Chain Management	Suchun Fang; Yang Fang; Huimin SUN; Yan Yu.
A Supplier Evaluation Method for Sustainable Project Management	Journal of the International Association of P2M	Sule Eryuruk; Ali Turkyilmaz; Ichiro Koshijima; Jing Sun.
Selection of Supplier for End-of-Life Products based on the Optimum Profit, Quality Level, Material Sales Revenue and Disposal Weight	Innovation and Supply Chain Management	Aditi D. Joshi; Surendra M. Gupta; Tetsuo Yamada.

A decision-making framework for the selection of third-party reverse logistics provider.	Int. J. Services, Economics and Management	P. Murugesan; A. Noorul Haq.
--	--	------------------------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Após a exclusão dos artigos cujos *Journals* não possuíam fator de impacto definido, restaram 18 trabalhos para a análise. Vale lembrar que o recorte de tempo dado para a coleta de dados foi de 2008 a 2019, compreendendo assim um período de dez anos. A coleta de dados ocorreu no mês de abril do ano de 2019. Os artigos que foram analisados estão presentes na seguinte Tabela 3.

Tabela 3 – Artigos e fator de impacto

TITULO DO ARTIGO	JORNAL	“QUALIS ”	AUTORES
Modelo de Gerenciamento da Logística Reversa	Gestão e Produção UFSCAR	A2	Cecilia Toledo Hernández; Fernando Augusto Silva Marins; Roberto Cespón Castro.
Priorização de práticas verdes em GSCM: estudo de casos com empresas da indústria do pêssego	Gestão e Produção UFSCAR	A2	Miguel Afonso Sellitto; Felipe Fehlberg Hermann.
Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa.	Gestão e Produção UFSCAR	A2	Sheila Mendes Fernandes; Carlos Manuel Taboada Rodriguez; Antonio Cezar Bornia; Andréa Cristina Trierweiler; Solange Maria da Silva; Patrícia de Sá Freire.
An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics	Applied Soft Computing	A2	Madjid Tavana; Mohsen Zareinejad; Debora Di Caprio; Mohamad Amin Kavian.
Reverse logistics network design for a biogas plant: An approach based on MILP optimization and Analytical Hierarchical Process (AHP)	Journal of Manufacturing Systems	A2	Daniel Galvez; Auguste Rakotondranaivo; Laure Morel; Mauricio Camargo; Michel Fick.
Integration of AHP-TOPSIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics adoption to overcome its barriers under fuzzy environment	Journal of Manufacturing Systems	A2	Chandra Prakash; M.K. Barua.
Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP	Resources, Conservation and Recycling	A1	Marina Bouzon; Kannan Govindan; Carlos M.Taboada Rodriguez; Lucila M.S. Campos
A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics	EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS	A1	S. Senthil; B. Srirangacharyulu; A. Ramesh.

An Application of AHP and Sensitivity Analysis for Measuring the Best Strategy of Reverse Logistics: A Case Study of Photovoltaic Industry Chain	Journal of Testing and Evaluation	B1	Chun-Yueh Lin; Yih-Chearng Shiue.
Identify and prioritise the critical factors in implementing the reverse logistics practices: a case of Indian auto component manufacturer	International Journal of Business and Systems Research	A2	Sunil Luthra; Sachin Kumar Mangla; Sanjay Kumar; Dixit Garg; Abid Haleem.
Application of AHP in reverse logistics service provider selection: a case study	INTERNATIONAL JOURNAL OF BUSINESS INNOVATION AND RESEARCH	A2	Vipul Jain; Sharfuddin Ahmed Khan.
A Multi-criteria Decision-making Approach for Prioritizing Reverse Logistics Adoption Barriers under Fuzzy Environment: Case of Indian Electronics Industry	Global Business Review	B1	Chandra Prakash; Mukesh Kumar Barua.
Disposition decisions in reverse logistics by using AHP-Fuzzy TOPSIS Approach	Journal of Modelling in Management	B2	Saurabh Agrawal; Rajesh Singh Qasim Murtaza.
A three-stage hybrid integrated decision making framework for	International Journal of Industrial and	A2	Vipul Jain.
modelling reverse logistics operations: a case of a textile company	Systems Engineering		
A fuzzy-based decision support framework for product recovery process selection in reverse logistics	International Journal of Services and Operations Management	A2	Anil Jindal; Kuldip Singh Sangwan.
A grey-based decision-making approach for selecting a reverse logistics provider in a closed loop supply chain	International Journal of Management and Decision Making	B2	Roohollah Khodaverdi; Seyed Hamid Hashemi.
Selection of third-party reverse logistics providers for End-of-Life computers using TOPSIS-AHP based approach	International Journal of Logistics Systems and Management	A2	V. Ravi

mais de uma publicação. Os autores Chandra Prakash e M.K. Barua, que são de origem indiana, publicaram seus dois trabalhos em conjunto, diferentemente dos demais autores, que são Carlos Manuel Taboada Rodriguez e Vipul Jain, que publicaram com grupos distintos ou individualmente.

Os autores e seus trabalhos estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Autores e Temas

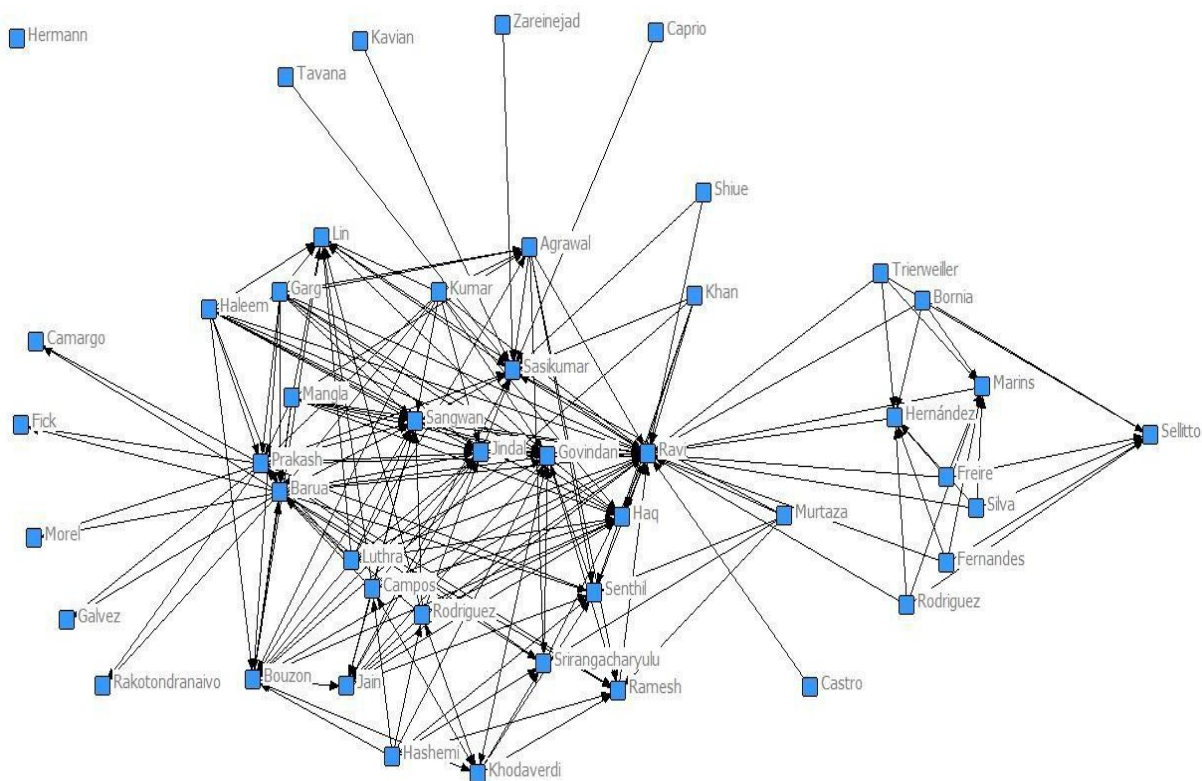
AUTOR	PUBLICAÇÕES	TITULO DOS ARTIGOS
Carlos Manuel Taboada Rodriguez	2	Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa; Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP.
Chandra Prakash & M.K. Barua.	2	Integration of AHP-TOPSIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics adoption to overcome its barriers under fuzzy environment; A Multi-criteria Decision-making Approach for Prioritizing Reverse Logistics Adoption Barriers under Fuzzy Environment: Case of Indian Electronics Industry
Vipul Jain. 2 Application of AHP in r	2	reverse logistics service provider selection: a case study; A three-stage hybrid integrated decision making framework for modelling reverse logistics operations: a case of a textile company

Fonte: Dados da Pesquisa

Para obter esses resultados foram avaliados quais autores eram citados com maior frequência nos trabalhos, sendo a quantidade de citações em um mesmo trabalho e em quantos trabalhos eles eram citados. Vale salientar que o Autor “Ravi V.”, além de ser um dos principais autores, também possui um trabalho que é estudado nessa pesquisa. Os principais autores identificados foram os seguintes. Na Tabela 5 estão os principais autores referenciados, total que artigos que citaram e total de citações

usada para novamente criar um diagrama de redes dentro do software Ucinet 6.0.

Figura 4 – Diagrama de rede das Cocitações



Fonte: Dados da Pesquisa

Como pode se notar no diagrama de rede das cocitações , Figura 4 os autores mais cocitados foram V. Ravi (63 citações), Anil Jindal (17 citações), Kuldip Singh Sangwan (17 citações), P. Sasikumar (12 citações) e Kannan Govindan (12 citações).

Com base na quantidade de publicações sobre o tema da pesquisa que os Journals tiveram e no fator de impacto dos mesmos, foi possível identificar quais deles são os principais da área estudada. Os dados dispostos na tabela a seguir usam o número de publicações como fator primário de importância, seguido do fator de impacto, Tabela 6.

Tabela 6 – Principais Journals

JOURNAL	FATOR DE IMPACTO	PUBLICAÇÕES
Gestão e Produção UFSCAR	A2	3
Journal of Manufacturing Systems	A2	2
Resources, Conservation and Recycling	A1	1
Expert Systems With Applications	A1	1
Applied Soft Computing	A2	1
International Journal of Business and Systems Research	A2	1
International Journal of Industrial and Systems Engineering	A2	1

International Journal of Services and Operations Management	A2	1
International Journal of Logistics Systems and Management	A2	1
Journal of Testing and Evaluation	B1	1
Global Business Review	B1	1
International Journal of Enterprise Network Management	B1	1
Journal of Modelling in Management	B2	1
International Journal of Management and Decision Making	B2	1

Fonte: Dados da Pesquisa

É possível notar que os únicos Journals que possuem mais de uma publicação são “Gestão e Produção” (3 artigos) e “Journal of Manufacturing Systems” (2 artigos).

5. Conclusão

De acordo com o objetivo da pesquisa de “analisar a produção acadêmica sobre o tema AHP aplicado à Logística Reversa” usando bancos de dados nacionais e internacionais para responder quais são os principais autores do tema, quais os principais autores referenciados, qual a relação de cocitação entre os autores e quais são os principais Journals sobre o tema, pode-se afirmar que o mesmo foi atingido, pois apresentou resultados sobre todas as problemáticas da pesquisa.

No que se refere ao objeto de estudo, a metodologia global é baseada na abordagem colaborativa, permitindo que as partes interessadas contribuam para o desenvolvimento de cenários, também se permite que os envolvidos no processo de decisão possam incorporar suas preferências sobre a importância relativa de diferentes critérios avaliados utilizando o AHP.

Nota-se também que o tema ainda não é muito explorado, afinal apenas 18 artigos foram encontrados com utilidade para a pesquisa, além de haver uma concentração sobre o tema em autores de origem indiana, sendo V. Ravi não só o mais citado como também o maior cocitado tornando-o assim a maior referência no assunto. Também podemos concluir que o Journal com maior número de publicações é brasileiro, e que o autor Carlos Manuel Taboada Rodriguez que possui apenas dois artigos publicados, sendo um em território nacional e um internacionalmente, se configura como um dos principais autores do estudo, juntamente com Vipul Jain, Chandra Prakash e M.K. Barua.

6. Referências

- ABDULRAHMAN, Muhammad D. et al. Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. *International Journal Of Production Economics*, [s.l.], v. 147, p.460-471, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.08.003>.
- AGRAWAL, Saurabh; MURTAZA, Rajesh Singh Qasim. (2015), “Disposition decisions in reverse logistics by using AHP-Fuzzy TOPSIS Approach”. *Journal of Modelling in Management*, [S.L], v. 11, n. 4: p. 932-948.
- ANDRADE, Sonia Maria Oliveira De. (2012), “A pesquisa científica em saúde: concepção e execução”. 5 ed. Campo Grande – MS: UFMS, 2012: 160 p.
- ARAÚJO, Carlos Alberto. (2006), “Bibliometria: evolução histórica e questões atuais”. *Em Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1: p. 11-32.
- BOUZON, M. et al. (2016), “Dentification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP”. *Resources, Conservation and Recycling*, [S.L], v. 108, p. 182-197.

- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J; HELFERICH, O. K. (1986), *Logistical Management*. 3. ed. New York: Macmillan; London, Collier Macmillan.
- BRASIL. Constituição (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 3 jul. 2016.
- CHIAVENATO, Idalberto. (2004), *Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações*. 7 ed, Rio de Janeiro, Elsevier. COLLINS, J.; HUSSEY, R. (2005), *Pesquisa em Administração*. Porto Alegre, Bookman. COSTA, Helder Gomes. (2002), *Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão*. Niterói.
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. Disponível em: <<https://cscmp.org/supply-chainmanagement-definitions>>. Acesso em: 21.03.2019.
- DIENSTMANN, J. S.; LACERDA, R. T. de O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. (2014), “Gestão da inovação e avaliação de desempenho: processo estruturado de revisão da literatura”. *Revista Produção Online*, v. 14, n. 1: p. 2-30.
- DAHER, Cecílio Elias; SILVA, Edwin Pinto De La Sota; FONSECA, Adelaida Pallavicini. (2006), “Logística Reversa: Oportunidade para Redução de Custos através do Gerenciamento da Cadeia Integrada de Valor”. *Brazilian Business Review*, Vitória-ES, v. 3, n. 1: p. 58-73.
- ERYURUK, S. et al. (2012), “A Supplier Evaluation Method for Sustainable Project Management”. *Journal of the International Association of P2M*, [S.L], v. 7, n. 1: p. 163-185.
- FANG, S. et al. (2013), “Research on the Sustainable Economy Development Mode of Automobile Parts Companies Based on Reverse Logistics”. *Innovation and Supply Chain Management*, [S.L], v. 7, n. 2: p. 046–051.
- FERNANDES, S. M. et al. (2018), “Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa”. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 25, n. 1.
- FILHO, V. A. V. et al. (2015), “A PRODUÇÃO ACADÊMICA INTERNACIONAL EM GESTÃO DE OPERAÇÕES: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO”. *Produção Online*, Florianópolis, v. 15, n. 1: p. 21-49.
- GALVEZ, D. et al. (2015), “Reverse logistics network design for a biogas plant: An approach based on MILP optimization and Analytical Hierarchical Process (AHP)”. *Journal of Manufacturing Systems*, [S.L], v. 37, n. 3: p. 616-623.
- GIL, A. C. (1999), *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5ª edição, São Paulo, Atlas. GRANDZOL, J.R. Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: A Case for the Analytic Hierarchy Process. *Bloomsburg University of Pennsylvania. IR Applications Volume 6*, August 24, 2005.
- HERNÁNDEZ, Cecilia Toledo; MARINS, Fernando Augusto Silva; CASTRO, Roberto Cespon. (2012), “Modelo de Gerenciamento da Logística Reversa”. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 19, n. 3: p. 445-456.
- HO, William. (2007), “Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review”. *European Journal of Operational Research*, [S.L], v. 186, p. 211–228.
- JAIN, Vipul. (2017), “A three-stage hybrid integrated decision-making framework for modelling reverse logistics operations: a case of a textile company”. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*; Sharfuddin Ahmed Khan. Application of AHP in reverse logistics service provider selection: a case study. *International Journal of Business Innovation and Research*, [S.L], v. 12, n. 1: p. 94-119.
- JINDAL, Anil; SANGWAN, Kuldip Singh. (2016), “A fuzzy-based decision support framework for product recovery process selection in reverse logistics”. *International Journal of Services and Operations Management*, [S.L], v. 25, n. 4:p. 413-439.
- JOSHI, Aditi D.; GUPTA, Surendra M.; YAMADA, Tetsuo. (2014), “Selection of Supplier for End-of-Life Products based on the Optimum Profit, Quality Level, Material Sales Revenue and Disposal Weight”. *Innovation and Supply Chain Management*, [S.L], v. 8, n. 4: p. 134–139.
- KHODAVERDI, Roohollah; Seyed Hamid Hashemi. (2015), “A grey-based decision-making approach for selecting a reverse logistics provider in a closed loop supply chain”. *International Journal of Management and Decision Making*, [S.L], v. 14, n. 1: p. 32-43.
- LAMBERT, D. An executive summary of Supply Chain Management: Process, Partnerships, Performance,

- Jacksonville: The Hartley Press, Inc. 2008.
- LIN, Chun-Yueh; SHIUE, Yih-Chearn. (2013), “An Application of AHP and Sensitivity Analysis for Measuring the Best Strategy of Reverse Logistics: A Case Study of Photovoltaic Industry Chain”. *Journal of Testing and Evaluation*, [S.L], v. 41, n. 3, p. 386-397.
- LUTHRA, S. et al. (2017), “Identify and prioritise the critical factors in implementing the reverse logistics practices: a case of Indian auto component manufacturer”. *International Journal of Business and Systems Research*, [S.L], v. 11, p. 42-61.
- MARINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela De Oliveira; BARROS, Magno Da Silva. (2009), “O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso”. *XLI SBPO*, Porto Alegre, p. 1778-1788.
- MURUGESAN, P.; HAQ, A. Noorul.(2010), “A decision-making framework for the selection of third-party reverse logistics provider”. *International Journal of Services, Economics and Management*, [S.L], v. 2, n. 3: p. 350-370.
- PIRES, S. R. I. (2004), *Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): conceitos, estratégias, práticas e casos*. 3a edição, São Paulo, editora Atlas.
- PRAKASH, Chandra; BARUA, M.K. (2015), “Integration of AHP-TOPSIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics adoption to overcome its barriers under fuzzy environment”. *Journal of Manufacturing Systems*, [S.L], v. 37, n. 3: p. 599-615.
- PRAKASH, Chandra; BARUA, Mukesh Kumar. (2016), “A Multi-criteria Decision-making Approach for Prioritizing Reverse Logistics Adoption Barriers under Fuzzy Environment: Case of Indian Electronics Industry”. *Global Business Review*, [S.L], v. 17, n. 5: p. 1107–1124.
- PRÉVE, Altamiro Damian; MORITZ, Gilberto De Oliveira; PEREIRA, Maurício Fernandes. (2012), “Organização, processos e tomada de decisão”. 2 ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC: CAPES, 184 p.
- RAVI, V. (2012), “Selection of third-party reverse logistics providers for End-of-Life computers using TOPSIS-AHP based approach”. *International Journal of Logistics Systems and Management*, [S.L], v. 11, n. 1: p. 24-37.
- ROESCH, S. M. (1999), *Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração*. São Paulo, Atlas. ROGERS, Dr. Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Dr. Ronald S. (1998), *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. University of Nevada, Reno Center for Logistics Management: Reverse Logistics Executive Council, 283 p.
- SAATY, Thomas L. (2008), “Decision making with the analytic hierarchy process”. *International Journal of Services Sciences*, [S.L], v. 1, n. 1: p. 83-98.
- SASIKUMAR, P.; HAQ, A. Noorul.(2010), “A multi-criteria decision making methodology for the selection of reverse logistics operating modes”. *International Journal of Enterprise Network Management*, [S.L], v. 4, n. 1: p. 68-79.
- SELLITTO, Miguel Afonso; HERMANN, Felipe Fehlberg.(2016), “Priorização de práticas verdes em GSCM: estudo de casos com empresas da indústria do pêssego”. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 23, n. 4: p. 871-886.
- SENTHIL, S.; SRIRANGACHARYULU, B.; RAMESH, A. (2014), “A robust hybrid multi-criteria decision-making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics”. *Expert Systems with Applications*, [S.L], v. 41, n. 1: p. 50-58.
- SHIBAO, Fábio Ytoshi; MOORI, Roberto Giro; SANTOS, Mario Roberto dos. (2010), “Logística Reversa e a Sustentabilidade Empresarial”. *XIII SEMEAD*, São Paulo, 17p.
- SIMON, Herbert A. (1979), “Comportamento administrativo: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas”. Rio de Janeiro, FGV.
- TAVANAA, M. et al. (2016), “An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics”. *Applied Soft Computing*, [S.L], v. 40: p. 544-557.
- VALLE, R.; SOUZA, R. G. (2014), *Logística Reversa: processo a processo*. São Paulo, Atlas. VARGAS, Luis G. (1990), “An overview of the analytic hierarchy process and its applications”. *European Journal of Operational Research*, Joseph M. Katz Graduate School of Business, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260, USA, v. 48, n. 1: p. 2-8.
- WILLE, Mariana Muller; BORN, Jeferson Carlos. (2012), “Logística reversa: conceitos, legislação e sistema de custeio aplicável”. 1 ed. Curitiba: OPET, 14 p.

Interacción entre procesos de diseño e innovación en la industria de equipamiento gastronómico del Perú

César Lengua Huertas
Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Perú
clengua@pucp.edu.pe

Domingo González Alvarez
Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Perú
dgonzal@pucp.edu.pe

Resumen

En el Perú, en los últimos años, se han generado avances significativos como parte del objetivo de eliminar los obstáculos de la cadena de valor de la gastronomía e identificar, en la oferta actual, factores que mejoren su calidad, proponiendo acciones para mejorar la competitividad. Por su parte, la industria metalmecánica ha mostrado un crecimiento pronunciado en los últimos años, recuperándose también las exportaciones, pero ha tenido resultados poco alentadores en indicadores de innovación, lo que coloca al Perú en el puesto 89, de 140, de las economías de los países más competitivos a nivel mundial. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivos principales la identificación y el análisis de los avances de equipamientos gastronómicos desarrollados en el Perú, debido al enorme crecimiento gastronómico evidenciado como resultado de la contribución del Estado, la Academia y la Empresa privada. Se lleva a cabo una investigación de propósito descriptivo y una caracterización cualitativa de cuatro casos específicos de las ciudades de Lima y Arequipa, determinándose las oportunidades que tiene el sector para mejorar su competitividad e innovación. Se examinan innovaciones de productos desarrollados en los últimos años y que han hecho resaltar aspectos técnicos de los procesos de diseño en ingeniería, donde el sector metalmecánico implicado está representado principalmente por la pequeña empresa. Así, se ha determinado la forma que el diseño es aplicado durante los procesos de innovación y se han identificado temas de estudio claves, así como su impacto en la interacción entre los procesos de diseño e innovación, mediante un modelo propuesto con el uso del diagrama IDEF0 (*Integration Definition for Function Modeling*).

Palabras clave

Innovación, diseño, interacción de procesos, metalmecánica, equipamiento gastronómico.

1. Introducción

En los países industrializados la necesidad de desarrollar rápidamente mejores o nuevos productos ha dado como resultado diversas teorías y metodologías de diseño. Proyectar y diseñar en forma sistemática es una tarea casi de rutina, pues la competencia obliga a las empresas de estos países a racionalizar y automatizar la producción. Actualmente, la existencia de numerosos métodos, tanto de diseño en ingeniería como de innovación, hacen que los diseñadores / innovadores sean capaces de resolver problemas de ingeniería de forma metódica, lo que deja poco espacio para la casualidad o la intuición y, así, enfrentarse de manera

contundente a una competencia cada vez más fuerte, a la estandarización y racionalización de productos, así como también a reglamentaciones cada vez más estrictas y clientes con mayores exigencias.

Mientras tanto, el Perú sigue siendo un país dependiente de tecnología exógena (Vega, 2003; Villarán, 1989), es decir, la importación de maquinaria y equipos han contribuido a aumentar la productividad y a proveer oportunidades para hacer ingeniería inversa (Odagiri, Goto, Sunami, y Nelson, 2012). Esto también ha hecho que, en el transcurso de los años, el diseño de máquinas y equipos sea también una tarea que ha venido desarrollándose en base a la propia experiencia del diseñador, quizás como consecuencia del desconocimiento o bajo nivel formativo en el empleo de metodologías de diseño en ingeniería. Sin embargo, la búsqueda y adquisición de conocimiento tecnológico, en la actualidad, ha emergido como un aspecto clave y complejo dentro de la estrategia de innovación empresarial (Vega, 2008).

En el 2018, el Perú se ubicó en el puesto 89, de 140 naciones, según el índice de competitividad global (GCI, Global Competitiveness Index) del Foro Económico Mundial (WEF, World Economic Forum). Por su parte, la Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera 2015 realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017) muestra que el 61,2% de empresas manufactureras realizaron actividades con fines de innovación, de las cuales el 50,2% realizó innovaciones tecnológicas (producto y proceso), un 43,8% realizó innovación no tecnológica (organización y comercialización) y tan solo el 5% son empresas no innovadoras (que han realizado alguna gestión o tienen actividades en proceso).

El estudio realizado por González (2016), sobre los avances en la oferta de equipamiento y utensilios del sector gastronómico peruano, indica que en la estructura empresarial del sector en el 2014 las microempresas representan el 86,48%, las pequeñas empresas el 11,53% y la mediana empresa el 0,3% del total, reflejando la alta informalidad del sector. Dentro de sus principales resultados se tiene que los pequeños y medianos fabricantes han logrado desarrollar productos de calidad en organizaciones tipo taller y que la mayoría se encuentran en la ciudad de Lima. Por otro lado, debido a la informalidad de las microempresas y pequeñas empresas, estas le imponen mayor peso a los precios bajos antes que a la calidad del producto. También se pudo evidenciar que existe una demanda insatisfecha respecto al nivel en que se encuentra el equipamiento nacional en sus diferentes clasificaciones; en comparación con el producto importado, el producto nacional tiene que mejorar principalmente en calidad, debido a que falta realizar mejoras en el acabado e introducir certificaciones. Entre otros aspectos que resaltan está el precio razonable, pero con un deficiente servicio de postventa y tiempo de vida, así como una baja oferta diversificada.

Ante lo expuesto anteriormente, es notable que las empresas peruanas se encuentran en la búsqueda de procesos de innovación que les permita mejorar sus productos y ampliar su cartera de clientes. Sin embargo, en la actualidad, son escasos los estudios relacionados con la interacción de los procesos de diseño y los procesos de innovación en el desarrollo de equipos; el estudio de esta interacción podría permitir identificar qué tan innovadores y convenientes pueden ser los productos de una empresa en el mercado internacional. Por lo tanto, la finalidad del presente artículo es contribuir al conocimiento sobre la interacción entre los procesos de diseño e innovación del equipamiento gastronómico en la industria metalmeccánica del Perú, identificando temas claves mediante una metodología de investigación cualitativa y estudio de casos.

2. Fundamentos teóricos

Se presentan las principales características de los procesos de diseño e innovación y los temas de estudio que rigen la interacción de estos como dos partes bien diferenciadas que fundamentan la presente investigación.

2.1 Los procesos de diseño e innovación

El desarrollo de nuevos productos es un reto actual de las empresas para hacer frente a la naturaleza de sus mercados y a la creciente competencia existente. Con respecto a esto, el proceso de diseño y el proceso de innovación suelen estar ligados, de manera tal que se ha propuesto en la Tabla 1, a partir de las diversas etapas de la evolución del producto (Birkhofer, 2011), donde se puede apreciar las fases del proceso de diseño según Ullman (2010) y las fases de los diferentes modelos de procesos de innovación dadas en seis generaciones.

Tabla 1: Comparación de procesos de diseño con innovación y metodologías de estudio.

	Idea de producto	Tarea	Definir tarea	Diseño conceptual	Diseño del entorno	Diseño detallado	Producción	Materiales para producción	Producto	Uso	Reciclaje / Disposición			
Evolución del producto (Birkhofer, 2011)	Planificación del producto								Ciclo de vida del producto					
	Diseño del producto				Fabricación del producto									
	Desarrollo del producto													
	Creación del producto													
	Ciclo de vida del producto													
Proceso de diseño	Proceso de diseño mecánico (1988) (Ullman, 2010)	Descubrimiento del producto	Planificación de producto	Definición de producto	Diseño conceptual	Desarrollo de producto	Soporte de producto							
Proceso de innovación (Barbieri y Teixeira, 2016; Chesbrough, 2006; Rothwell, 1994; Kline y Rosenberg, 1986)	1ra Generación Modelo lineal - Empuje a la tecnología	Investigación básica	Diseño e ingeniería				Producción		Marketing / Ventas					
	2da Generación Modelo lineal - De tirón del mercado	Necesidad de mercado	Desarrollo						Ventas					
	3ra Generación Modelo mixto-Kline	Generación de ideas	Inventoría y/o diseño básico			Diseño detallado y prueba piloto		Rediseño demostración y producción		Marketing / Ventas				
	4ta Generación Modelo integrado	Inicio / Mercadeo	Investigación			Desarrollo de productos	Ingeniería de producción	Producción	Componentes	Lanzamiento				
	5ta Generación Modelo en red	Mercadeo y ventas / Finanzas	Investigación y desarrollo			Ingeniería y producción				Marketing y ventas / Finanzas				
	6ta Generación Modelo de innovación abierta	Base tecnológica interna y externa	Investigación y desarrollo				Producción		Mercado nuevo y actual					

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas.

Según Birkhofer (2011), durante muchos años las fronteras del diseño se han ampliado cada vez más al desarrollo del producto, sin embargo, actualmente el desarrollo y la creación de productos se analizan en términos de eficiencia y eficacia. De este modo, aparecen fronteras borrosas y un ciclo de vida que se extiende hasta la realización del producto. Además, las

actividades individuales pueden ser agrupadas y, por lo tanto, superpuestas, como ocurriría en el diseño del producto como parte de su desarrollo debido a la ingeniería concurrente, pues ambos procesos tienen la finalidad de obtener el mejor producto posible.

El proceso de diseño de Ullman (2010), uno de los más utilizados y actualmente vigente, fue inicialmente publicado en 1988 y representa el ciclo de vida de un producto resumido en seis fases, independientemente del producto que se desarrolle o modifique en la industria. Las cinco primeras fases son conocidas también como el diseño en ingeniería que, según Pahl y Beitz (2007), es una actividad multidisciplinar que está presente en todas las áreas de la vida humana, usa leyes y conocimientos de la ciencia, se construye sobre la experiencia, proporciona requisitos previos para la realización física de las ideas y soluciones y, finalmente, requiere responsabilidad e integridad profesional. A lo largo de los años una gran variedad de teorías y metodologías de diseño (DTM, *Design Theory and Methodology*) se han desarrollado y propuesto y, aunque no hay una clara definición de esta, una visión clásica de la teoría de diseño es que trata de cómo modelar y comprender el diseño, mientras que las metodologías de diseño tratan de cómo diseñar o cómo el diseño debería ser (Tomiyama et al., 2009). Además, Birkhofer (2011) indica que la metodología de diseño se ha extendido a una metodología del desarrollo de productos y que el término se mantiene solo como una etiqueta establecida.

En cuanto al proceso de innovación, este tiene una evolución histórica en teorías o modelos de procesos de innovación (IPM, *Innovation Process Model*). Su antecedente principal proviene de la teoría evolutiva que, a su vez, se presenta en los trabajos de Schumpeter y ha pasado desde su concepción por varias etapas, variando la forma en que el proceso es asimilado por el medio económico. Además, teniendo en cuenta lo señalado por Drucker (Drejer, 2002), el término innovación designa tanto un proceso como su resultado.

En las últimas décadas la literatura ha descrito diferentes generaciones de modelos de innovación, refiriendo la mayoría de ellos a Rothwell (1994) como quien los clasifica concretamente en cinco generaciones, entre las décadas de los 50 hasta los 90, a partir del análisis de diversos modelos aceptados y destacados. Para Barbieri y Teixeira (2016), la clasificación de Rothwell es el punto de partida para una comparación con otras clasificaciones reconocidas, evidenciando la existencia de la sexta generación de modelos de innovación, tal como el modelo de innovación abierta. Actualmente, ante el surgimiento del modelo de innovación del Big Picture desarrollado por Lercher, se ha abierto el debate por la existencia de una séptima generación (Taferner, 2017), pero esta no se muestra en la Tabla 1.

2.1.1. Interacción entre los procesos de diseño e innovación

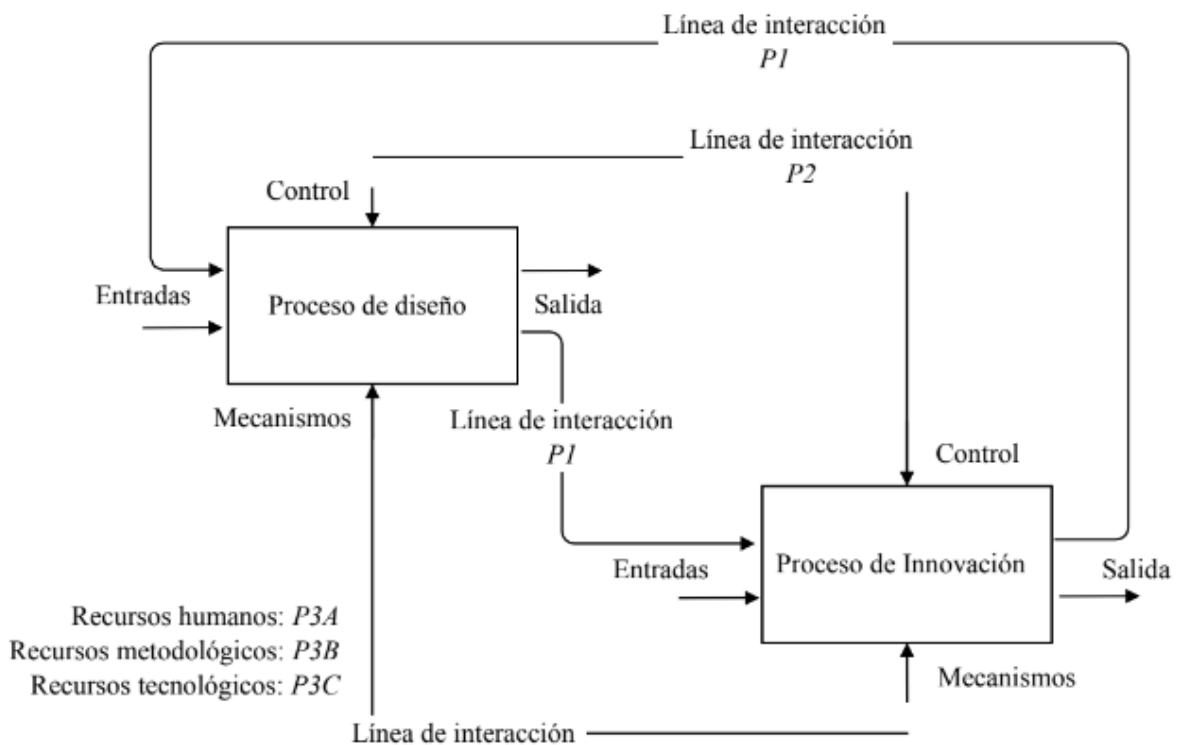
La interacción de procesos precisa algunas coincidencias para enfrentar desafíos actuales y futuros como la globalización, mercados saturados, ciclo de vida de productos más cortos y mayor competitividad de precios. Es por esto que existe la necesidad de tener un grado de novedad del producto, principalmente buscando diseños originales, además de adaptaciones y variantes, donde nuevas tareas y problemas se resuelven utilizando combinaciones nuevas o novedosas de principios de solución conocidos. Por lo tanto, lograr productos exitosos será la mejor manera de dominar esta creciente presión competitiva, donde solo será posible mantener un alto nivel de vida en los países industrializados si las empresas logran desarrollar y distribuir productos innovadores. Sin embargo, ser innovador en el desarrollo de nuevos productos no es fácil, debido a que muchas ideas son rechazadas en el desarrollo de productos. Incluso si la idea ha sido introducida al mercado, todavía existe riesgo de falla. (Birkhofer,

2011; Hidalgo, León y Pavón, 2014; Pahl et al., 2007). Así mismo, la interacción de procesos en los últimos años ha estado relacionada con innovaciones radicales (Yannou, Jankovic, Leroy, y Kremer, 2013) e innovaciones incrementales (Philipson, 2016), tanto para ingeniería como diseño industrial.

Ahora, para dar un orden a la información obtenida en la revisión sistemática para la interacción buscada, se propone el uso del modelo IDEF0 (*Integration Definition for Function Modeling*), utilizado para describir procesos o actividades. De acuerdo a Šerifi, Dašić, Ječmenica y Labović (2009), la descripción del modelo IDEF0 es considerada como la combinación de cinco magnitudes definidas. La propia caja que contiene el proceso o actividades, y las magnitudes conocidas con sus siglas como ICOM: Entradas (*Input*), Control, Salida (*Output*) y Mecanismos.

En consecuencia, basándose en el modelo de IDEF0 y planteando el desarrollo de la interacción entre dos procesos, como son el de diseño e innovación en una pequeña empresa metalmeccánica, se propone lo que se denominará el modelo de interrelación de procesos, mostrado en la Figura 1, en donde las magnitudes ICOM se interconectan entre procesos con “líneas de interacción”, las cuales representan una zona donde coexisten opiniones diversas obtenidas de la revisión de la literatura y que permitieron determinar los “temas de estudio” cuya descripción se muestra en la Tabla 2.

Figura 1. Modelo de interacción de procesos de diseño e innovación basado en el diagrama IDEF0.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Temas de estudio de interacción en el modelo IDEF0.

Tipo de línea de interacción	Descripción
Entradas	Material o información que se utiliza o transforma con el objeto de definir la salida.
Control	Objetos que regulan y dirigen cómo, cuándo y si una actividad o proceso se ejecuta o no, por ejemplo, métricas e indicadores.
Salida	Material o información. pProductos o resultados intermedios o finales conseguidos en las actividades o el proceso.
Mecanismos	Recursos necesarios para ejecutar el proceso. Estos pueden ser humanos, metodológicos y tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Šerifi et al. (2009)

2.2. Temas de estudio

2.2.1. Entradas y salidas

Comprenden el ingreso de nuevas ideas a los procesos e involucran el alcance de un nuevo equilibrio entre los riesgos asociados y el potencial de éxito, pues si una organización no cambia lo que ofrece y cómo lo ofrece podría arriesgar su supervivencia y ser superado por otros que sí lo hacen (Kamrani y Nasr, 2013). También se consideran las revisiones de clientes con una evaluación anual y la opinión de empleados claves, sugerencias de proveedores, evaluación comparativa y respuestas a los desafíos de los centros tecnológicos, lo que constituye la entrada al desarrollo de nuevos productos (Leite y Braz, 2016). Así, se refuerza la información referente a la comercialización para que esté presente durante todo el proceso de diseño y, a su vez, permita mantener la capacidad de innovación del producto (Ozaltin, Besterfield-Sacre, Kremer, y Shuman, 2015).

2.2.2. Control

Está orientado a métricas e indicadores como el desempeño individual y de equipo para proyectos de diseño (Škec, Cash y Štorga, 2017) y, posteriormente, la definición de métricas referidas a la calidad y viabilidad de la idea innovadora (Fulbright, 2017). La planificación para un diseño conceptual también implica tener indicadores clave de rendimiento para garantizar que se tengan los elementos necesarios para continuar con la fase creativa del diseño de producto (Vila y Albiñana, 2016), además que se plantea la necesidad de mantener una planificación adecuada en las etapas tempranas de los proyectos (Bacciotti, Borgianni, Cascini y Rotini, 2016). En el caso del diseño de meta-productos basados en la gestión del ciclo de vida (PLM, *Product Lifecycle Management*), las métricas del proyecto y los indicadores claves deben, en una primera fase del proyecto, estar relacionadas con el rendimiento del producto para satisfacer al cliente (precio, peso, precisión...) y con el proyecto (número de iteraciones, pruebas, fallas, costo...) (Elhariri, Sekhari, y Bouras, 2017). Por su parte, el sistema de medición del rendimiento (PMS, *Performance Measurement System*) en las actividades de investigación y desarrollo ha permitido saber que las empresas miden el rendimiento con diferentes propósitos: motivar a investigadores e ingenieros, supervisar el progreso de las actividades, evaluar la rentabilidad de los proyectos, favorecer la coordinación y

comunicación, y estimular el aprendizaje organizacional (Chiesa, Frattini, Lazzarotti, y Manzini, 2009).

2.2.3. Recursos humanos

Abarca tanto a las personas como a la organización. Respecto a la persona, se estudian los rasgos de personalidad, actitudes contra riesgos y habilidades de generación de ideas creativas en un equipo de trabajo (Toh y Miller, 2016). También se estudia el papel que pueden desempeñar los ingenieros durante un proceso de innovación, lo que incluye su capacidad de resolución de problemas, diseño y conducta empresarial (Ferguson y Ohland, 2012), sin dejar a un lado su experiencia en proyectos (Bigand, Deslee, y Yim, 2011). Algunos estudios de la participación de diseñadores externos en pequeñas organizaciones manufactureras muestran que estos contribuyeron significativamente en las interacciones durante la dinámica de procesos en el establecimiento de objetivos y desarrollo de ideas (Berends, Reymen, Stultiëns, y Peutz, 2011), lo que permite, a través de una integración de los conocimientos expertos, el intercambio entre los diseñadores de ingeniería para tener soluciones innovadoras que mejoren productos y minimicen cambios de diseño (Zhang, Gregory, y Shi, 2014).

2.2.4. Recursos metodológicos

Su uso tiene la finalidad de acelerar y obtener mejores procesos en la gestión de la creatividad e innovación, así como la vinculación de habilidades y comprensión del mercado (Rivera y Vidal, 2008). La ingeniería concurrente puede estar asociada a métodos de capitalización del conocimiento basadas en el impacto que tiene la retroalimentación de proyectos anteriores (Marcandella, Durand, Renaud, y Boly, 2009); la ingeniería inversa se utiliza como una forma de compensar la falta de conocimientos del diseñador en la capacidad de abstracción y definición de funciones, utilizada también en la reconstrucción de piezas o una manera de adaptar tecnología para realizar cambios tecnológicos (Montanha, 2011); la innovación abierta, trae consigo una experiencia para impulsar una comunidad de desarrollo de ecodiseño (Bonvoisin et al., 2017). Así mismo, algunos estudios proponen utilizar la experimentación mediante prototipos como una herramienta de innovación continua para obtener avances de forma evolutiva a través de los conocimientos adquiridos y el rendimiento del diseño, mediante actividades de diseño documentadas y mejora de la comunicación con los revisores y los entrenadores (Camburn et al., 2017; Skogstad y Leifer, 2011) En aspectos de herramientas de mejora continua y medio ambiente, se propone el apoyo a los diseñadores para la estimación temprana del rendimiento energético y nivel de ruido, logrando apoyar a la eco-innovación y mejorar la sostenibilidad de productos (Cicconi, Landi, Germani, y Russo, 2017).

2.2.5. Recursos tecnológicos

Están vinculados a los programas computacionales y sistemas de información. Los programas computacionales basados en PLM y de planificación de recursos empresariales (ERP, *Enterprise Resource Planning*) utilizan modeladores geométricos para el diseño asistido por computadora (CAD, *Computer-Aided Design*) mediante los cuales se pueden gestionar todas las características del producto. Esto permite una convergencia progresiva aumentando las posibilidades de los diseñadores para integrar el nuevo conocimiento hacia la innovación

(Roucoules y Tichkiewitch, 2015). Un programa computacional aplicado a un método de diseño puede mejorar la gestión del proceso de innovación de un producto durante un proceso de diseño, guiar el diseño de la innovación y dar soluciones a problemas (Feng, 2017).

Así mismo, se indica que las soluciones tecnológicas en el diseño en ingeniería han demostrado ser potentes multiplicadores para esfuerzos de diseño efectivos, proponiendo así un ecosistema de datos digital a través del uso de nubes para reforzar la administración de la información, el trabajo en equipo, la comunicación y capacidad para manejar los principios fundamentales de diseño, así como ser una tecnología capaz de aliviar el reproceso y las interrupciones de productividad relacionadas con el proceso (Steingrimsson, Jones, Estesami y Yi, 2017).

3. Metodología

Según su propósito, la presente investigación es de tipo descriptiva con una caracterización cualitativa (Hernandez, Fernández y Baptista, 2010) basada en la metodología de estudios de casos múltiple con múltiples unidades de análisis, según la interpretación del enfoque de Yin (2009). Se consideró una muestra teórica conformada por cuatro casos, lo que hace que la investigación sea del tipo 3, holístico (unidad de análisis simple) y diseño de caso múltiple.

Entonces, con el objetivo de comprender el fenómeno de la interacción de procesos de diseño e innovación en el Perú en la pequeña industria de equipamiento gastronómico, el plan de investigación formula la siguiente pregunta: ¿Cómo interaccionan el proceso de diseño e innovación en la industria metalmecánica para el sector gastronómico?

En la Tabla 3 se muestran las proposiciones planteadas según las líneas de interacción de la Figura 1 para cada magnitud ICOM. A su vez, estas fueron construidas según las directrices de la lógica CIMO siguiendo el trabajo realizado por Denyer, Tranfield y Van Aken (2008) y cuyos componentes son: Contexto (C), Intervención (I), Mecanismo (M) y Resultados (O, *Outcome*).

Tabla 3. Proposiciones para estudio de casos en pequeñas empresas metalmecánicas.

Tema de estudio	Ítem	Proposición	Referencias
Entradas y salidas	P1	Para mantener la competitividad en el mercado y una comercialización exitosa, estas empresas incluyen constantemente nuevas ideas de mejora de productos a los procesos.	(Kamrani y Nasr, 2013; Ozaltin, Besterfield-Sacre, Kremer y Shuman, 2015)
Control	P2	Sus estrategias de negocio están basadas en el cumplimiento de objetivos trazados manteniendo un adecuado control de la información para la entrega a tiempo de sus productos.	(Škec, Cash y Štorga, 2017)
Recursos humanos	P3A	Mantienen políticas organizacionales y de capacitación para formar personal con habilidades y experiencia, lo que hace posible el dinamismo de los procesos.	(Bigand, Deslee y Yim, 2011; Toh y Miller, 2016)
Recursos metodológicos	P3B	Se utiliza la ingeniería inversa con políticas ecológicas para el diseño y desarrollo de equipos gastronómicos.	(Cicconi et al., 2017; Montanha, 2011)
Recursos tecnológicos	P3C	Se implementa el uso de diseños ya desarrollados lo cual está haciendo que las empresas cada vez tengan más productos estandarizados internamente y modulares.	(Hagedorn, Grosse y Krishnamurty, 2015; Ma y Kremer, 2016)

Fuente: Elaboración propia.

4. Desarrollo

4.1. Criterios de selección

Las empresas fueron seleccionadas considerando su trayectoria en el mercado peruano, es decir, la cantidad y variedad de equipos que han vendido para el sector gastronómico a través del tiempo. Sobre esta base se seleccionaron diez empresas, se construyó una base de datos analizando el sector, se hicieron llamadas telefónicas para un primer contacto y, finalmente, se enviaron invitaciones formales por correo electrónico. En todas las empresas contactadas se ofreció garantizar la confidencialidad de la información y el anonimato del nombre comercial. Solo cuatro empresas aceptaron la invitación, tres empresas la obviaron y otras tres no aceptaron ser entrevistadas por políticas internas.

4.2. Recolección de datos

Se realizaron entrevistas semiestructuradas, de una duración aproximada de 60 minutos, con preguntas abiertas para los gerentes o responsables de los procesos de diseño e innovación de cada empresa, las que fueron seleccionadas entre las ciudades peruanas de Lima y Arequipa, escogidas por ser de categoría pequeña empresa según la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT, 2019) y tener experiencia en la fabricación de equipamiento gastronómico tales como equipamiento de cocción, frío, apoyo y extracción. La recolección de datos cubrió los siguientes aspectos:

- Detalles de la compañía.
- Información de los procesos de diseño e innovación para el equipamiento gastronómico con más ventas en la empresa.

5. Resultados

En la Tabla 4 se muestran algunos datos relevantes obtenidos mediante las preguntas de investigación de cuatro casos de estudio de empresas metalmecánicas orientadas a fabricar equipo gastronómico.

Tabla 4. Datos relevantes de las empresas estudiadas.

	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
Principal equipo gastronómico	Horno para pollos a la brasa	Horno para pollos a la brasa	Hornos para panadería	Refrigeración
Entrevistado	Gerente de Operaciones	Gerente General	Gerente General	Gerente General
Inicio de operaciones	1992	1993	2010	1996
Número de empleados	40	29	15	26
CIU Rev. 4.0	4759	2599	2511	2790
Estrategia del negocio	Fabricación e importación	Fabricación	Fabricación	Fabricación e importación
Exporta sus productos	Si	Si	No	No

Patentes en los últimos 10 años	Si	Si	No	No
Desarrolló proyectos con el Estado y la Academia	Si	Si	No	No

Fuente: Elaboración propia con datos de la SUNAT y entrevistas.

Por otra parte, las evidencias recogidas durante el estudio de casos son mostradas en la Tabla 5. Estas fueron evaluadas mediante el análisis cruzado propuesto por Yin (2009), realizando en primer lugar el delineamiento de conclusiones cruzadas sobre las líneas de interacción entre procesos de diseño e innovación en pequeñas empresas metalmecánicas del sector gastronómico, lo que se presenta en la siguiente sección.

Tabla 5. Estudio de casos, presentación de evidencias.

ID	Preguntas para la entrevista	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
P1	¿Cómo se alimentan los procesos para generar mejores productos?	Vigilancia tecnológica y participación en ferias.		Vigilancia tecnológica.	Participación en ferias.
P1	¿Cómo se introduce en su empresa una innovación?	La Gerencia General y de Operaciones inician el proceso, pero cualquier persona puede aportar ideas.		La Gerencia General inicia el proceso, pero cualquier persona puede aportar ideas.	
P1	¿Cómo se recibe la retroalimentación de diseños?	Envío de planos al cliente.			
P1	¿Cómo vincula el área comercial y postventa con el diseño y la innovación?	Retroalimentación del cliente.			
P2	¿Cómo mide la productividad del diseño?	Planificación de producción y control de calidad de planos. No se utilizan indicadores.			
P2	¿Cómo mide la productividad de la innovación?	El cliente es el principal indicador al mostrar interés en mejoras o nuevos productos. No hay métricas e indicadores definidos.			
P2	¿Utiliza estándares o certificaciones en sus productos?	Estándares en el desarrollo de planos y certificación de productos que se exportan.		Estándares en el desarrollo de planos. No utiliza certificaciones.	
P2	¿Cómo maneja el control documentario de diseños e innovación?	No se codifican partes. Se dispone de servidor y planoteca. En caso de la innovación no hay un depositario definido.	No se codifican partes. Se dispone de servidor. En caso de la innovación no hay un depositario definido.		

P3 A	¿Cómo determina que el personal de diseño tiene las competencias para ser un agente de innovación?	Proactivo con criterios. Manejo de programas de dibujo. En innovación tiene que enfocarse en la necesidad y reducción de costos.	Formación profesional y experiencia. En innovación debe ser especialista en vigilancia tecnológica y prospectiva. Buen investigador.	Formación profesional y experiencia. En innovación debe tener iniciativa, visión y creatividad.	Creativo, ingenioso y detallista. Formación profesional, experiencia en los equipos, manejo de programas informáticos. En innovación debe ser creativo.
---------	--	--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 (continuación). Estudio de casos, presentación de evidencias.

ID	Preguntas para la entrevista	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
P3 A	¿Cómo considera el enfoque interdisciplinario en sus innovaciones?	Fundamental para el desarrollo de mejores productos.			
P3 A	¿Cómo evalúa el comportamiento innovador y de resolución de problemas?	Observación directa.			
P3 A	¿Cómo organiza el departamento de diseño o ingeniería?	Un ingeniero, un dibujante - diseñador y un ayudante.	Jefe de planta, un ingeniero y un técnico de planta.	Gerente General y un dibujante. Subcontrata servicios externos de ingeniería.	Gerente General, un dibujante y un técnico de planta.
P3 A	¿Cómo recibe capacitaciones sobre metodologías de diseño - innovación actuales?	No ha recibido capacitación sobre metodologías. Solo programas informáticos y de cada marca de equipos que importan.		No ha recibido capacitación sobre metodologías. Solo programas informáticos.	
P3 B	¿Cómo garantiza la eficiencia energética?	Equipamiento automático que contribuya al ahorro energético. Mejores materiales.			
P3 B	¿Cómo trabaja temas medioambientales en sus diseños e innovaciones?	Diseñando y desarrollando equipos ecológicos. No se trabaja con productos contaminantes en la fabricación.		Diseñando y desarrollando equipos ecológicos.	
P3 B	¿Cómo se desarrolla el proceso de diseño en su empresa?	El diseño se desarrolla a partir de una idea o ingeniería inversa.			

P3 B	¿Cómo desarrolla alianzas con otras empresas para innovar sus productos?	En proceso. Fabricar localmente productos de actual origen extranjero para tener un menor costo de venta.	No tiene alianzas para innovar.	No tiene alianzas para innovar, pero sí para contratar como servicio de fabricación.
P3 B	¿Cómo verifica que el diseño cubre las expectativas del cliente?	Se desarrollan prototipos funcionales; el cliente prueba el producto en el taller y hace la retroalimentación a los diseños. No realizan pruebas de laboratorio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 (continuación). Estudio de casos, presentación de evidencias.

I D	Preguntas para la entrevista	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
P3 B	¿Cómo realiza el suministro modular de piezas para sus productos?	Se diseñan equipos con piezas modulares que son utilizadas para diferentes modelos y tamaños.			
P3 C	¿Cómo realiza los dibujos y cálculos?	Los dibujos y cálculos se realizan con el programa SolidWorks.	Los dibujos y cálculos se realizan con los programas AutoCAD e Inventor.	Los dibujos y cálculos se realizan a mano alzada y con los programas AutoCAD e Inventor.	Se cuenta con un gran número de equipos estandarizados. Cuando son proyectos nuevos se utilizan los programas AutoCAD e Inventor.
P3 C	¿Cómo utiliza los recursos tecnológicos en la innovación?	Utiliza solo buscador es en internet.			Utiliza buscadores en internet. Subcontrata un servicio externo de vigilancia tecnológica.
P3 C	¿Cómo utiliza y aplica la tecnología en nuestro mercado?	Compra sistemas electrónicos certificados fuera del país y consume tecnología que se puede conseguir localmente. No utiliza paneles táctiles.	Compra sistemas electrónicos certificados dentro del país. No utiliza paneles táctiles.		
P3 C	¿Cómo gestiona los sistemas informáticos de la empresa para mejorar la innovación?	Tiene un servidor, pero no utiliza ERP y PLM.	Tiene un servidor. ERP utilizado no está conectado con ingeniería y producción.	Tiene un servidor, pero no utiliza ERP y PLM.	

Fuente: Elaboración propia.

6. Discusión y análisis

Se ha observado que es usual realizar vigilancia tecnológica con respecto a los temas de entradas y salidas, incluyendo la participación en ferias. La gerencia general inicia el proceso de innovación con la idea de que cualquier empleado de la empresa pueda participar en el proceso. También se generan ideas mediante la retroalimentación por parte del cliente luego de la aprobación de planos o mantenimientos realizados, vinculando de esta forma el área comercial y postventa con los procesos de diseño e innovación.

Con respecto al control, las empresas normalmente no utilizan indicadores, siendo la planificación y control de calidad de planta la principal forma de medir el rendimiento de la producción, así como es el cliente el principal indicador para la innovación. Para controlar los productos se utilizan estándares de diseño, además que las empresas exportadoras deben cumplir con ciertas certificaciones. El control documentario de los productos, pasa por no tener una codificación de las partes y usan servidor para archivo de planos.

En temas de recursos humanos, el personal de diseño es normalmente reclutado por sus habilidades blandas, formación profesional y experiencia en los equipos. Sin embargo, cuando se requiere que este personal sume aporte a la innovación de un producto debe tener cualidades analíticas, experiencia en el área de innovación, tener iniciativa y, principalmente, ser creativo. Además, debe estar abierto a enfoques interdisciplinarios en pro de desarrollar mejores productos. La organización del departamento de diseño o ingeniería no suele ser muy clara en las empresas, pudiendo considerar al mismo Gerente General dentro del área, sumado a un ingeniero, un dibujante y considerando, en ocasiones, personal técnico de planta a disposición para apoyar. Así mismo, se evidencia una baja tendencia de subcontratación de servicios externos de diseño o ingeniería.

Los recursos metodológicos están enfocados en la eficiencia energética: se trabaja con equipamiento automático que permite el ahorro de energía, así como con mejores materiales en comparación con productos de menor costo. Para cubrir temas medioambientales se diseñan equipos ecológicos, procurando no usar productos contaminantes en el proceso de fabricación. Para el diseño se sigue normalmente la ingeniería inversa. Las empresas no realizan alianzas con similares, salvo que sea con fines de apoyo en la fabricación. Cuando se trata de un producto nuevo, se realizan prototipos funcionales que el cliente prueba para, posteriormente, retroalimentar el proceso de diseño. Así mismo, se pueden crear productos con piezas modulares.

Finalmente, con respecto a temas de recursos tecnológicos, por lo general se realizan dibujos y cálculos en programas CAD, además del uso del Internet como fuente de búsqueda de información. Sin embargo, en el diseño de equipos se incorporan partes electrónicas que se puedan conseguir localmente. Las empresas suelen disponer de un servidor, pero no son frecuentes los sistemas de informática tipo ERP y PLM.

Según lo expuesto anteriormente, las cinco proposiciones presentadas en la Tabla 3 fueron verificadas: P1 y P3B verificadas de manera total; P2, P3A y P3C verificadas de manera parcial. Por lo cual, se propone el modelo de funcionamiento mostrado en la Figura 1 para describir la interacción de los procesos de diseño e innovación en pequeñas empresas metalmeccánicas del sector gastronómico peruano. A su vez, esto responde la pregunta de investigación ¿cómo interactúan el proceso de diseño e innovación en la industria metalmeccánica para el sector gastronómico?

Así, de acuerdo con el análisis de los cuatro casos estudiados, se puede decir entonces que la interacción de procesos se desarrolla básicamente tomando ideas de cualquier empleado

de la empresa y, posteriormente, retroalimentaciones con la participación de clientes, lo que permite proyectarse a la comercialización futura del producto. Las actividades evidenciadas indican que se cumple de manera parcial el modelo mixto de Kline para la innovación (Kline y Rosenberg, 1986).

7. Conclusiones

La investigación presentada y los casos estudiados han permitido identificar cómo se desarrolla la interacción de procesos de diseño e innovación en la pequeña empresa e industria del equipamiento gastronómico peruano. Aunque ambos procesos están muy ligados, el estudio de casos determinó que, en general, las empresas no reconocen la innovación como un proceso, sino que se incluye dentro del área de diseño o ingeniería; se emplea la ingeniería inversa sin reconocer que es un proceso y la existencia de una metodología para desarrollarlo. No tener procesos claros solo evidencia las posibilidades de no tener éxito en la gestión del proceso productivo orientado a la innovación. Sin embargo, las empresas que tienen una estructura organizativa más amplia y han tenido vinculación con el Estado y la Academia mostraron un mayor conocimiento de los procesos de diseño e innovación mediante el uso de recursos metodológicos y tecnológicos para gestión de sus procesos, una alta participación en ferias y la participación en actividades para generar alianzas colaborativas con empresas similares, lo que se traduce en la exportación de productos certificados.

8. Referencias

- Bacciotti, D., Borgianni, Y., Cascini, G., y Rotini, F. (2016). Product Planning techniques: investigating the differences between research trajectories and industry expectations. *Research in Engineering Design*. <https://doi.org/10.1007/s00163-016-0223-6>
- Barbieri, J. C., y Teixeira Álvares, A. C. (2016). Sixth generation innovation model: description of a success model. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 13(2), 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.04.004>
- Berends, H., Reymen, I., Stultiëns, R. G. L., y Peutz, M. (2011). External designers in product design processes of small manufacturing firms. *Design Studies*, 32(1), 86–108. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2010.06.001>
- Bigand, M., Deslee, C., y Yim, P. (2011). Innovative product design for students-enterprises linked projects. *International Journal of Technology Management*, 55(3/4), 238. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2011.041950>
- Birkhofer, H. (Ed.). (2011). *The Future of Design Methodology*. London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-615-3>
- Bonvoisin, J., Thomas, L., Mies, R., Gros, C., Stark, R., Samuel, K., ... Boujut, J.-F. (2017). Current state of practices in open source product development. In *21st International conference on engineering design, ICED17* (pp. 26–28).
- Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., ... Wood, K. (2017). Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. *Design Science*, 3(Schrage 1993), e13. <https://doi.org/10.1017/dsj.2017.10>
- Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V., y Manzini, R. (2009). Performance measurement in R&D: Exploring the interplay between measurement objectives, dimensions of performance and contextual factors. *R&D Management*, 39(5), 488–519. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00554.x>
- Cicconi, P., Landi, D., Germani, M., y Russo, A. C. (2017). A support approach for the conceptual design of energy-efficient cooker hoods. *Applied Energy*, 206(June), 222–239. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.162>
- Denyer, D., Tranfield, D., y Van Aken, J. E. (2008). Developing design propositions through research

- synthesis.
Organization Studies, 29(3), 393–413. <https://doi.org/10.1177/0170840607088020>
- Drejer, A. (2002). Situations for innovation management: Towards a contingency model. *European Journal of Innovation Management*, 5(1), 4–17. <https://doi.org/10.1108/14601060210415135>
- Elhariri, M. T., Sekhari, A., y Bouras, A. (2017). Product lifecycle management solution for collaborative development of Wearable Meta-Products using set-based concurrent engineering. *Concurrent Engineering*, 25(1), 41–52. <https://doi.org/10.1177/1063293X16671386>
- Feng, Y. (2017). Product innovation design in manufacturing enterprise by using TRIZ software system. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 32(16), 1017–1023.
- Ferguson, D. M., y Ohland, M. W. (2012). What is Engineering Innovativeness? *International Journal of Engineering Education*, 28(2), 253–262. Retrieved from <https://studylib.net/doc/11406139/what-is-engineering-innovativeness%3F--daniel-m.-ferguson-a...>
- Fulbright, R. (2017). Innovation assurance using BACUP and Jobs Theory. *International Journal of Innovation Science*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1108/IJIS-11-2016-0052>
- Gonzalez, D. (2016). Consultoría Agendas de Innovación Tecnológica del Sector Gastronómico. Avances en la oferta nacional de equipamiento y utensilios de cocina proveedor del sector gastronómico peruano. Lima: APEGA (Documento no publicado).
- Hagedorn, T. J., Grosse, I. R., y Krishnamurty, S. (2015). A concept ideation framework for medical device design. *Journal of Biomedical Informatics*, 55, 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.04.010>
- Hernandez, R., Fernández, C., y Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. Metodología de la investigación (Quinta Ed.). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana. <https://doi.org/-> ISBN 978-92-75-32913-9
- Hidalgo, A., León, G., y Pavón, J. (2014). *La Gestión de la Innovación y la Tecnología en las Organizaciones*. Madrid: Ediciones Piramide.
- INEI. (2017). *Perú: Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera, 2015: principales resultados*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Kamrani, A. K., y Nasr, E. N. (Eds.). (2013). *Engineering Design and Rapid Prototyping* (Vol. 53). London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-95863-7>
- Kline, S. J., y Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. *European Journal of Innovation Management*, 38, 275–305. <https://doi.org/10.1108/14601069810368485>
- Leite, M., y Braz, V. (2016). Agile manufacturing practices for new product development: industrial case studies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(4), 560–576. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2015-0073>
- Ma, J., y Kremer, G. E. O. (2016). A systematic literature review of modular product design (MPD) from the perspective of sustainability. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 86(5–8), 1509–1539. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-8290-9>
- Marcandella, E., Durand, M. G., Renaud, J., y Boly, V. (2009). Past projects memory: Knowledge capitalization from the early phases of innovative projects. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 17(3), 213–224. <https://doi.org/10.1177/1063293X09343824>
- Montanha, I. (2011). *Sistematização do processo de engenharia reversa de sistemas técnicos*. Universidade Federal de Santa Catarina. Retrieved from <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95033>
- Odagiri, H., Goto, A., Sunami, A., y Nelson, R. (Eds.). (2012). *Intellectual property rights, development, and catch up: An international comparative study*. New York: Oxford University Press. Retrieved from <http://econpapers.repec.org/bookchap/oxpobooks/9780199639632.htm>
- Ozaltin, N. O., Besterfield-Sacre, M., Kremer, G. E. O., y Shuman, L. J. (2015). An Investigation on the Implications of Design Process Phases on Artifact Novelty. *Journal of Mechanical Design*, 137(5), 051001. <https://doi.org/10.1115/1.4028530>
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., y Grote, K. H. (2007). *Engineering design: a systematic approach*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-319-2>
- Philipson, S. (2016). Radical innovation of a business model. *Competitiveness Review*, 26(2), 132–146. <https://doi.org/10.1108/CR-06-2015-0061>
- Rivera, J., y Vidal, R. (2008). Valor de las metodologías de diseño en los procesos de gestión de la innovación. *3er Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, 1–15. Retrieved from

- https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3545724&pid=S0718-0764201700040001700034&lng=es
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Roucoules, L., y Tichkiewitch, S. (2015). Knowledge synthesis by least commitment for product design. *CIRP Annals Manufacturing Technology*, 64, 141–144.
- Šerifi, V., Dašić, P., Ječmenica, R., y Labović, D. (2009). Functional and information modeling of production using IDEF methods. *Strojnicki Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 55(2), 131–140.
- Škec, S., Cash, P., y Štorga, M. (2017). A dynamic approach to real-time performance measurement in design projects. *Journal of Engineering Design*, 28(4), 255–286. <https://doi.org/10.1080/09544828.2017.1303665>
- Skogstad, P., y Leifer, L. (2011). A Unified Innovation Process Model for Engineering Designers and Managers. In H. Plattner, C. Meinel, & L. Leifer (Eds.), *Design Thinking / Understand – Improve – Apply* (pp. 19–43). New York: Colección: Understanding Innovation. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13757-0>
- Steingrímsson, B., Jones, R., Estesami, F., y Yi, S. (2017). Ecosystem for engineering design learning - A comparative analysis. *International Journal of Engineering Education*, 33(5), 1–14.
- SUNAT. (2019). Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. Retrieved from <http://www.sunat.gob.pe/>
- Taferner, B. (2017). A Next Generation Of Innovation Models? An Integration Of The Innovation Process Model Big Picture © Towards The Different Generations Of Models. *Review of Innovation and Competitiveness: A Journal of Economic and Social Research*, 3(3), 47–60. Retrieved from <https://hrcak.srce.hr/187208>
- Toh, C. A., y Miller, S. R. (2016). Creativity in design teams: the influence of personality traits and risk attitudes on creative concept selection. *Research in Engineering Design*, 27(1), 73–89. <https://doi.org/10.1007/s00163-015-0207-y>
- Tomiyaama, T., Gu, P., Jin, Y., Lutters, D., Kind, C., y Kimura, F. (2009). Design methodologies: Industrial and educational applications. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58(2), 543–565. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2009.09.003>
- Ullman, D. G. (2010). *The Mechanical Design Process* (Fourth Ed.). McGraw-Hill.
- Vega Jurado, J. M. (2008). *Las Estrategias de Innovación en la Industria Manufacturera Española: Sus Determinantes y Efectos Sobre el Desempeño Innovador*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/11227>
- Vega, M. (2003). *El desarrollo esquivo: intentos y logros parciales de transformaciones económicas y tecnológicas en el Perú (1970-2000)*. (Pontificia Universidad Católica del Perú, Ed.). Lima. Retrieved from <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/46593>
- Vila, C., y Albiñana, J. C. (2016). An approach to conceptual and embodiment design within a new product development lifecycle framework. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2856–2874. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1110632>
- Villarán, F. (1989). Innovaciones Tecnológicas en la Pequeña Industria: Casos del sector metal mecánico. *Fundacion Friedrich Ebert*. Retrieved from <https://catalog.hathitrust.org/Record/007189698>
- Yannou, B., Jankovic, M., Leroy, Y., y Kremer, G. E. (2013). Observations From Radical Innovation Projects Considering the Company Context. *Journal of Mechanical Design*, 135(2). <https://doi.org/10.1115/1.4023150>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods*. Applied social research methods series; California: SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1097/FCH.0b013e31822dda9e>
- Zhang, Y., Gregory, M., y Shi, Y. (2014). Managing global engineering networks part II: Case studies and directions for the future research. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 228(2), 172–180. <https://doi.org/10.1177/0954405413490161>

Una mirada a las habilidades blandas dentro de las estructuras organizacionales actuales y su relación con la innovación.

Saravia Arenas, Jymmy, MSc.

Estudiante doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación.

Universidad Pontificia Bolivariana - Sede Medellín. Jefe Departamento Gestión de la Innovación – Cotecmar Colombia.

jsaravia.arenas@gmail.com;

jimmy.saravia@upb.edu.co;

jsaravia@cotecmar.com

Resumen

La innovación es para las organizaciones de hoy el medio para subsistir ante un mercado globalizado, cambiante y de mucha incertidumbre, el ser humano, como fuente o elemento capaz de gestionar y materializar la innovación, pero no solo puede confiarse de las habilidades duras o conocimientos técnicos para lograrlo, las habilidades blandas o habilidades humanas por tratarse de tipo social, son el complemento para cumplir con este objetivo.

El presente trabajo es una revisión sobre las habilidades blandas y su importancia para la innovación. La discusión con entender que son las habilidades blandas, posteriormente identificar qué papel juegan en el éxito de las estructuras organizacionales actuales y al final tratar de definir la relación entre las habilidades blandas y la innovación para lograr determinar una lista de habilidades blandas consideradas claves en estos procesos, como la Perseverancia, el Optimismo, la Autoeficacia, la Resiliencia, la Comunicación asertiva, el Trabajo en equipo y la Creatividad, que en su conjunto deben ser apropiadas y desarrolladas por las personas que trabajan en estas organizaciones para armonizar el trabajo en equipo y orientarlos hacia la materialización de la innovación.

Palabras clave: Habilidades blandas, Innovación, Éxito, Estructura organizacional.

1. Introducción

“La innovación proviene de las personas, de una mentalidad que puedes cultivar y desarrollar en cualquiera que esté dispuesto a hacer el esfuerzo”
Bouchard, Jim (2014).

El mundo no se detiene y la forma de dirigir las organizaciones ha evolucionado velozmente, hoy es quizás más relevante interactuar con otros, estar a la vanguardia de los cambios tecnológicos, buscar la sostenibilidad, materializar la innovación y tener la capacidad de persistir ante el fracaso hasta lograr los objetivos propuestos. Es decir, que las organizaciones hoy en día no solo hacen uso de la educación, conocimiento técnico, y la experiencia de sus trabajadores para alcanzar sus metas, sino que gran parte de sus logros son soportados por el uso de diferentes habilidades en su trabajo diario, entendiendo por habilidades o competencias “las características de la personalidad devenidas en comportamientos que generan un desempeño exitoso/superior en un puesto de trabajo” (Alles,

2008, p.29), estas facilitan la adaptación al entorno y hacen posible la toma de decisiones acertadas en un entorno laboral cambiante y lleno de incertidumbre, donde la tecnología y la innovación imponen el ritmo de trabajo.

La discusión de este trabajo inicia con entender que son las habilidades blandas, posteriormente identificar qué papel juegan en las estructuras organizacionales actuales y al final tratar de definir la relación entre las habilidades blandas y la innovación para lograr determinar una lista de habilidades blandas consideradas claves en estos procesos, como la Perseverancia, el Optimismo, la Autoeficacia, la Resiliencia, la Comunicación asertiva, el Trabajo en equipo y la Creatividad, que en su conjunto deben ser apropiadas y desarrolladas por las personas que trabajan en estas organizaciones para armonizar el trabajo en equipo y orientarlos hacia la materialización de la innovación.

2. Habilidades Blandas

Según Alles (2007), las competencias pueden ser clasificadas como: Duras (conocimientos técnicos, prácticos, mecánicos, específicos para una tarea o actividad) y Blandas (características de personalidad, difíciles de desarrollar, y de amplio alcance), en este sentido, las competencias duras son el *expertise* técnico y los conocimientos necesarios para ejecutar un trabajo; Robles (2012) argumenta que este tipo de habilidades serán aprendidas con los años y repetición de las funciones asignadas, mientras que Sutton (2002) señala que las habilidades blandas son tan importantes que los empleadores las reconocen como el “diferenciador número uno”, es decir, para desarrollarlas se requiere involucrar características innatas de la personalidad del individuo, convirtiéndolas en las principales fortalezas, valor agregado o factor diferenciador, que para aquellos que las posean o quienes sean capaces de desarrollarlas generaran un desempeño superior en sus puestos de trabajo.

Uno de los estudios realizados por el Ayrton Senna Institute (sin fecha, p. 9) citado por Ortega, T (2016, p. 3), identifica a las habilidades blandas como no-cognitivas e indica que se refieren a la capacidad de una persona para relacionarse con otros y consigo mismo, comprender y manejar las emociones, establecer y lograr objetivos, tomar decisiones autónomas y confrontar situaciones adversas de forma creativa y constructiva.

Según Blanco (2009) y Mertens (1996) las competencias blandas son equivalentes a las competencias de empleabilidad, claves y transversales, siendo especialmente de tipo social. Por su parte, el Diccionario Collins (2014) define el término habilidades blandas como “las cualidades deseables para ciertas formas de empleo que no dependen de los conocimientos adquiridos incluyen el sentido común, la capacidad de tratar con la gente, y una actitud positiva y flexible”. La clave es que estas habilidades son distintas de las habilidades cognitivas tradicionalmente definidas; son vistas como beneficiosas para los individuos y para la sociedad; son relativamente estables en el tiempo en ausencia de fuerzas externas, pero potencialmente pueden ser desarrolladas o cambiadas; y son expresadas diferentemente en distintos contextos (Duckworth y Yeager, 2015).

Las definiciones expuestas anteriormente permiten identificar a las habilidades blandas como habilidades humanas, ya que son herramientas que hacen posible resolver problemas generados por la interacción humana y no técnicos. Un ejemplo de esto es el trabajo en equipo, esta habilidad hace posible que cualquier individuo sea capaz de interactuar con personas de diferente forma de pensar y lograr el objetivo común. Otro ejemplo es la actitud positiva, un empleado no usa esta habilidad para elaborar un informe o describir un plan de trabajo, pero si

el problema es la falta de ánimo dentro del grupo de trabajo, esta es la herramienta más acertada para combatirla.

Las habilidades blandas se convierten en recursos valiosos dentro de la empresa, una fuerza de trabajo que cuente con ciertas competencias claves fortalecerá la capacidad de su empleador para competir. A los trabajadores con buenas habilidades claves les resulta más fácil adquirir destrezas más sofisticadas, para así conseguir mejores empleos y salarios más altos (Carnevale, Gainer, & Meltzer, 1990). Así las empresas deben invertir recursos para lograr que su planta de personal esté conformada por empleados dueños de habilidades blandas para que sean capaces de interactuar con su entorno, con superiores, compañeros y asegurar el logro de objetivos personales y profesionales.

2.1. De las organizaciones, el éxito, las habilidades blandas y la innovación

Actualmente, la mayoría de los entornos competitivos coinciden con la globalización, la rápida transferencia tecnológica y la competencia que es severa. Para anticipar, adaptar y satisfacer las necesidades cambiantes del mercado de entornos competitivos severos de forma continua, las empresas deben ser innovadoras, flexibles y creativas (J. Zeng et al., 2017).

Por lo anterior, se infiere que las organizaciones actuales se mueven en ambientes donde diferentes factores tanto internos como externos bien manejados y con las decisiones acertadas conllevan al éxito, esto sumado a que, en un entorno globalizado, dinámico y con alta incertidumbre la preocupación gira entorno a como ser más productiva, más competitiva o la más innovadora, que todo redundando en cómo ser más exitosa.

Al explorar el concepto de Éxito, encontramos que según Ohmae (1998) citado por Silvestri, K. et al (2009, p. 195) “el éxito no suele ser producto de un análisis riguroso sino de un estado mental muy particular que se caracteriza por procesos de pensamientos creativos e intuitivos más que racionales” planteando entonces que el éxito además de soportarse en un proceso racional, su esencia radica en la forma en cómo se abordan los retos de manera creativa, utilizando la intuición, combinado con la cultura y el clima organizacional.

Después de la revisión realizada, concluimos que no existe un concepto o receta para definir el éxito en las organizaciones actuales, de hecho, se considera que el éxito se logra por la conjunción de diferentes variables gestionadas hacia el logro de un objetivo claramente definido. Además, que, hacia el cumplimiento de los objetivos propuestos, se debe trabajar con el ejemplo, las personas del equipo deben tener una comunicación asertiva, generar confianza, desarrollar cultura e identidad corporativa, orientarse al logro de los resultados, todas las anteriores consideradas como habilidades blandas, y sobre todo procurar mantener los niveles de motivación y productividad apropiados, bajo un equilibrio entre los intereses del negocio y los intereses de la gente.

Acercándonos más a las organizaciones, Staub S., et al. (2016), ¿en su artículo “What affects sustainability and innovation - Hard or soft corporate identity?”, exponen que los conceptos y las prácticas institucionales se han convertido en un pensamiento proactivo, que se adapta a los nuevos desarrollos y a la sostenibilidad al mismo tiempo que aborda las necesidades sociales. Diciendo además que, la innovación tiene una importancia irreversible en las estructuras corporativas que se enfocan en la innovación y en la reproducibilidad como herramientas esenciales para fomentar la competencia.

Profundizando un poco, J. Zeng et al., 2017, cita la teoría de los sistemas sociotécnicos (STS) que considera la existencia de dos sistemas independientes pero vinculados en las

organizaciones: un sistema social y un sistema técnico. Aclarando que mientras el sistema técnico se enfoca en los procesos, tareas y tecnologías para producir resultados designados, el sistema social toma en cuenta la relación entre las personas y sus atributos, tales como actitudes, habilidades y valores (Bostrom and Heinen, 1977). Los Sistemas Sociotécnicos argumenta que debe haber "congruencia" entre los sistemas técnicos y sociales de un proceso. Estos dos subsistemas, técnicos y sociales, se afectan mutuamente en el proceso de producir bienes y servicios y operar un negocio, y necesitan trabajar mutuamente para producir productos optimizados (Pasmore et al., 1982), y si logran producir nuevos productos, entonces sería lo que hoy conocemos como innovación o innovación de producto.

En el marco del subsistema social, que tiene relación con las personas, se incluye lo que según De Souza B., PH., et al. (2016) se conoce como la "capacidad de las personas", definiéndola como la capacidad de una organización para gestionar la relación entre las personas y sus contextos organizacionales (Bredin, K. 2008). En términos de innovación, esto indica el papel clave de las personas en cualquier esfuerzo por desarrollar e introducir innovaciones, especialmente en industrias intensivas en conocimiento (Mathiassen, L. et. al, 2003 y Mehta, 2008). Las personas proporcionan las habilidades para crear, absorber y aplicar el conocimiento necesario para generar nuevas soluciones que brinden un valor superior a los clientes (Romero, et al., 2011; Varis, M. et. al., 2010). El desarrollo de estas habilidades se basa en el uso de equipos multifuncionales o interdisciplinarios (Newell S., et. al, 2009; Aaen, et. al, 2014; Love, et. al, 2011), así como en el uso de técnicas de capacitación y reclutamiento para mejorar el perfil innovador de los equipos, asociado a las habilidades como el trabajo en equipo, la colaboración, la comunicación, las habilidades y la creatividad (Newell S., et. al, 2009; Aaen, et. al, 2014).

Siguiendo esta línea se encuentra la conexión entre las organizaciones actuales y el elemento social, el hombre, sus relaciones y sus habilidades como parte esencial del sistema, llamado empresa, aportando al logro de los objetivos, a la innovación, la sostenibilidad y hacia el éxito organizacional. Lo importante, en este punto es tener claridad sobre que quiere la organización, cuál es su misión, visión, y articularla con cuáles son las competencias o habilidades blandas que caracterizan a las personas, cual es la cultura, principios y valores, y estructurar un plan que ayude a formar o reclutar personas que con esas competencias o habilidades se articulen y logren ejecutar la misión, materializar la visión y alcanzar los objetivos. Para este diseñar este plan existen dos vías, lo que nos lleva al cuestionamiento planteado este semestre por mi docente, Juan Alejandro Cortez ¿Quiere resultados a largo plazo, sostenibles desarrollando cultura mediante la persuasión? ¿O prefiere resultados a corto plazo, con riesgo de que sean sostenibles desarrollando cultura mediante la coacción? Ambas estrategias conllevan al objetivo, uno más lento que el otro, uno con más riesgo que otro, uno más sostenible que otro, y hasta uno más inhumano que otro, entendiéndolo como inhumano, la negación absoluta de la condición de humanidad de que es víctima el "otro diferente" o apenas su recorte o reconocimiento parcial o limitado (Cruz K, F. et. al., 2003), dicho en otras palabras, cuando no se le reconoce al subordinado como ser humano, negándole o atentando contra su dignidad, sus derechos de libre pensamiento y actuación. Después de todo, la tendencia que se sigue desde inicios del siglo XIX ha sido la humanización de las organizaciones, que busca precisamente trabajar desde las premisas de hacer más humanas las estructuras organizacionales y a los jefes, buscando acortar un poco la brecha entre la diferencia de la relación Jefe – Subordinado y reconocer la condición de humanidad de este último.

Se presenta entonces el siguiente cuestionamiento: ¿las habilidades blandas permiten

trabajar en las organizaciones desde una premisa más humana? Según lo definido anteriormente, por Collins (2014), Blanco (2009), Mertens (1996), dan la plena certeza que estas trabajan directamente desde lo social, buscando específicamente que desde las estructuras y las personas desarrollen o dispongan de un mejor sentido común, actitud positiva, flexibilidad y sobre todo la capacidad de tratar e interactuar entre ellos mismos bajo relaciones de confianza, manteniendo la congruencia entre lo que se piensa, se dice y se hace, y sobre todo siendo más humanas.

Uniendo “Innovación” a la discusión, se parte del trabajo realizado por Fajar y Hidajat (2017) en Indonesia, donde buscaron desarrollar, a través de un modelo conceptual, la relación entre las habilidades duras, habilidades blandas y la innovación en trabajadores del conocimiento. Concluyendo sobre la existencia de influencia positiva desde las habilidades blandas hacia la capacidad de innovación tecnológica (producto / procesos) y que las habilidades duras influyen positivamente en la capacidad de innovación no tecnológica (Organizacional / marketing). Pero para llegar a ello, abordan el concepto de innovación desde la perspectiva de “Sistema de Innovación”, refiriéndose entonces que la innovación en un país en desarrollo se refiere no solo al desarrollo interno del conocimiento basado en la frontera sino también a la aplicación y uso de conocimiento nuevo y existente en el contexto local. Donde la innovación requiere de un clima favorable para los empresarios, entre los cuales están libres de obstáculos burocráticos, regulatorios y de otro tipo (The World Bank Institute, 2005 citado por Fajar & Hidajat, 2017).

Retomando las habilidades blandas como los atributos personales que mejoran las interacciones de un individuo y su desempeño laboral (Fajar y Hidajat, 2017), además de la investigación sobre la psicología positiva del trabajo de Spencer & Spencer (1993) citado por Fajar y Hidajat, 2017, que argumentan que el comportamiento humano contiene un capital psicológico positivo (Psy-Cap) articulado al capital humano y al capital social (Luthans et al., 2004; Luthans y Youssef, 2004). Se llega al liderazgo (Avolio et al., 2004; Luthans y Avolio, 2006) de las personas en las organizaciones dado por la combinación armoniosamente entre el capital humano, capital social y capital psicológico positivo, donde este último se define como "el estado de desarrollo psicológico positivo de un individuo que se caracteriza por: (1) tener confianza (autoeficacia) para asumir y hacer los esfuerzos necesarios para tener éxito en tareas difíciles; (2) hacer una evaluación positiva atribución (optimismo) de tener éxito ahora y en el futuro; (3) perseverar en los objetivos y, cuando sea necesario, redirigir los caminos a los objetivos (esperanza) para tener éxito, y (4) cuando se ve acosado por los problemas y la adversidad, sostener y retroceder e incluso más allá (resiliencia) para alcanzar el éxito" (Luthans, Youssef, y Avolio, 2007 en Larson y Luthans, 2006). Resumiendo, las cuatro habilidades blandas que caracterizan al ser humano enfocado hacia la innovación en las organizaciones actuales, se verían una persona que (1) es perseverante, (2) optimista, (3) autoeficaz y (4) resiliente, capaz de sobreponerse a los fracasos con la plena confianza de sus capacidades en búsqueda de brindar su mejor desempeño para el éxito y logro de los objetivos de las organizaciones.

Complementando lo expuesto anteriormente y considerando que hoy se habla de trabajo colaborativo para desarrollar procesos de innovación, es importante adicionar como habilidades blandas que deben tener los individuos en las organizaciones de hoy, la capacidad de trabajo en equipo, comunicación asertiva y la creatividad, con este número, siete en total, culmino la discusión de cuáles serían las habilidades blandas que requieren las personas en las estructuras organizacionales actuales para materializar la innovación: Perseverancia, Optimismo, Autoeficacia, Resiliencia, Comunicación asertiva, Trabajo en equipo y Creatividad.

3. Conclusiones

A partir de lo tratado e indagado en el presente ensayo, expreso las siguientes conclusiones finales, no dejando de lado la recomendación que amerita profundizar en cada uno de los conceptos trabajados, levantar hipótesis y hacer validaciones empíricas que soporten las discusiones, relaciones y características expuestas de cada uno.

- Las habilidades blandas son consideradas como el diferenciador número uno de un empleado y son altamente valoradas dentro del mercado laboral. Las habilidades blandas permiten enfrentar problemas generados por la interacción humana y enfrentar los desafíos que encierra las interrelaciones en un equipo de trabajo. Adquirir estas habilidades se convierte en un reto, ya que desarrollarlas requiere la participación del individuo, en querer modificar su conducta humana, mientras para adquirir habilidades duras solo se requiere tiempo y práctica.

- El éxito tiene diferentes concepciones asociadas al logro de objetivos personales, laborales y de todo tipo, pero se destaca que es una variable dinámica y cambiante que depende del entorno laboral donde se desarrolle un individuo. Se asocia al logro de objetivos planteados previamente y la capacidad de lograr que otros participen activamente en la consecución de este. Las organizaciones actuales buscan la consecución del éxito a partir de sus individuos, bajo la premisa de ser más humanas, es decir, tratando de lograr la articulación entre los intereses de los individuos con los objetivos y metas de las organizaciones, sin atentar contra la dignidad y el reconocimiento como ser humano de los subordinados.

- La innovación es para las organizaciones de hoy el medio para subsistir ante un mercado globalizado, cambiante y de mucha incertidumbre, el ser humano, es la principal fuente o elemento capaz de gestionar y materializar la innovación, pero no solo puede confiarse de las habilidades duras o conocimientos técnicos para lograrlo, las habilidades blandas o habilidades humanas por tratarse de tipo social, son el complemento para cumplir con este objetivo. Las organizaciones deben concentrarse en formar y vincular personas que tengan como mínimo estas siete habilidades blandas (1) Perseverancia, (2) Optimismo, (3) Autoeficacia, (4) Resiliencia, (5) Comunicación asertiva, (6) Trabajo en equipo y (7) Creatividad, para asegurar que trabajaran en una organización que busca lograr el éxito empresarial soportado en la premisa de respeto al humano y orientada hacia la innovación.

4. Recomendaciones para trabajos futuros

Este trabajo se limitó a una revisión bibliográfica de diferentes autores para establecer la importancia de las habilidades blandas requeridas en las organizaciones para llevar a cabo procesos de innovación. Sin embargo, se recomienda para próximos trabajos la realización de estudios o casos prácticos aplicados a organizaciones que permita validar lo identificado en la revisión con el fin de establecer correlaciones y análisis sobre las habilidades blandas que tienen mayor inherencia o prevalecen en los individuos para el desarrollo de proyectos de innovación.

5. Referencias

- Aaen I., Jensen. R.H. (2014). Pragmatic software innovation, Creating Value for All through IT, Springer, pp. 133– 149.
- Alles, M. (2007). Comportamiento Organizacional. 1da. Ed – Buenos Aires, Granica.
- Alles, M. (2008). Desarrollo del talento humano basado en competencias. 2da. Ed – Buenos Aires, Granica,

- 400p. Blanco, A. (2009). *Desarrollo y evaluación de competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea S.A. Ediciones.
- Bostrom, R., Heinen, J.S., (1977). MIS problems and failures: a soci-technical perspective, Part I: the causes. *MIS Q.* 1 (3), 17–32.
- Bredin, K. (2008). People capability of project-based organisations: a conceptual framework, *Int. J. Proj. Manag.* 26, pp. 566–576.
- Carnevale, A. P., Gainer, L. J., & Meltzer, A. S. (1990). *The Essential Skills Employers Want*. San Francisco: Jossey- Bass.
- Collins Dictionary. (2014). Soft Skills Definition. Obtenido de Collins Dictionary: <http://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/soft-skills?showCookiePolicy=true>.
- Cruz K, Fernando, et. al. (2003). El lado inhumano de las organizaciones. Facultad de Ciencias de la administración. Artes gráficas del Valle Editores-Impresores Ltda. ISBN: 958-670-276-6.
- De Souza B, PH, et al. (2016). Conceptualizing organizational innovation: The case of the Brazilian software industry. *Information & Management* 53, pp. 493–503.
- Duckworth, A. and Yeager, D. (2015). Measurement matters: assessing personal qualities other than cognitive ability for educational purposes. *Educational Researcher*, 44 (4), pp. 237-251. DOI: 10.3102/0013189X15584327.
- Fajar Hendarman, Achmad and Hidajat Tjakraatmadja, Jann. (2012). Relationship among Soft Skills, Hard Skills, and Innovativeness of Knowledge Workers in the Knowledge Economy Era *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 52, pp 35 – 44. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.09.439.
- Larson, M., Luthans, Fred. 2006. Potential Added Value of Positive psychological capital in Predicting Work Attitudes. *Journal of Leadership & Organizational Studies*. Flint: 2006. Vol.13, Iss. 1; pg. 45.
- Mathiassen L., P. Pourkomeylian. (2003) Managing knowledge in a software organization, *J. Knowl. Manag.* 7, pp.63–80.
- Mertens, L. (1996). *Competencia laboral: sistema, surgimiento y modelos*. Montevideo: Cinterfor/OIT.
- Newell S., M. Robertson, H. Scarbrough, J. Swan, (2009). *Managing Knowledge Work and Innovation*, 1st ed., Palgrave Macmillan.
- Ohmae, K. (1998). *La mente del estratega*. McGraw Hill. México.
- Ortega Goodspeed, T. (2016). Desenredando la conversación sobre habilidades blandas. *El Diálogo*. Banco de Desarrollo de América Latina.
- Pasmore, W., Francis, C., Shani, A., (1982). Social technical systems: a North American reflection on empirical studies of the seventies. *Hum. Relat.* 35 (12), 1179–1204.
- Robles, M. (2012). Executive Perceptions of the Top 10 Soft Skills Needed in Today’s Workplace. *Business Communication Quarterly*, 75(4), pp. 453-465.
- Silvestri, K., Silvestri, C., Hernández, R.; Añez, S. (2009). Pensamiento estratégico y éxito gerencial en organizaciones empresariales. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, Vol. 10, Núm. 2, mayo-agosto, 2009, pp. 187-208.
- Sutton, N. (2002). Why can’t we all just get along? *Computing Canadá*, 28 (16), 20.
- Staub S., et al. (2016). What affects sustainability and innovation — Hard or soft corporate identity? *Technological Forecasting & Social Change* 102, pp.72–79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.033>
- Zeng J., et al. (2017). The impact of organizational context on hard and soft quality management and innovation performance. *International Journal of Production Economics* 185 (2017), pp. 240–251. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.12.031>.

Estrategias para la gestión de conocimiento. Microempresas sector comercio del altiplano oriente antioqueño.

Lina Clemencia Castaño Osorio

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro de la Innovación, la Agroindustria y el Turismo, Colombia_
lccastano@misena.edu.co

Resumen

Las microempresas del sector comercio ocupan un importante renglón en la economía colombiana, con un alto impacto en la generación de empleo y en el mejoramiento de la calidad de vida de los comerciantes y sus familias, uno de los factores relevantes en el sostenimiento de este tipo de empresas está relacionado con la innovación, desde el componente de gestión del conocimiento, que permite realizar una caracterización y potencialización de la información que se maneja al interior, como parte del conocimiento de su producto y de su modelo de negocio.

El objetivo principal del presente análisis ha sido de determinar el nivel de madurez de las microempresas en relación a la gestión del conocimiento, en el sector comercio en los municipios del Altiplano del Oriente Antioqueño, para lo que se realizó un estudio en 57 microempresas en las que. Primero se hizo un análisis de la información encontrada en las principales bases de datos, con esta información se hizo la elección del instrumento más apropiado para identificar estos niveles de madurez, posteriormente, se aplicó y se pudo determinar los niveles de madurez de la gestión del conocimiento en las microempresas del sector comercio en la subregión del Oriente Antioqueño.

Los principales resultados muestran que el sector comercio tiene un nivel de madurez 2, es decir inicial, sin embargo, se logra evidenciar que se realizan avances hacia el mejoramiento de los diferentes procesos en torno a la gestión del conocimiento, como implementar prácticas, estandarizar uso de herramientas, hacer algún tipo de seguimiento y control mediante indicadores, finalmente se proponen estrategias enfocadas a los niveles encontrados en los que se pretende generar beneficios para el negocio a partir del conocimiento adquirido, y encontrar en este, un factor de innovación que permita su posicionamiento y sostenimiento en el mercado.

Palabras clave

Estrategia, Gestión de conocimiento, Microempresas, Sector comercio, Oriente Antioqueño

1. Introducción

En las microempresas, generalmente el proceso de gestión del conocimiento es de carácter informal y no sistemático, ya que busca el aprovechamiento de oportunidades del negocio y por lo general, proviene de la exigencia y de las necesidades de los clientes, o de la reacción a circunstancias inducidas por la competencia, aunque a través de sus diferentes acciones se está moldeando una cultura enfocada hacia la creatividad, el emprendimiento y la innovación (Robayo, 2016).

Sin embargo, aunque los procesos no se lleven a cabo de manera estructurada, las empresas tienen procesos organizados no conscientes y que estén aportando al desarrollo de su

capital intelectual aún sin darse cuenta.

Muchas veces esto se da, por la baja importancia que en las empresas se le ha dado en general a la gerencia del conocimiento, consecuente a esto no priman los beneficios relacionados con mejoras en la comunicación organizacional, a los procesos de solución de problemas en la organización, al proceso de toma de decisiones, a la dinámica innovadora de los productos o procesos productivos, al logro de mayor eficacia organizacional, así mismo, a la focalización del servicio al cliente y el diseño o rediseño de estrategias para aumentar la participación en el mercado, entre otros aspectos, que han sido escasos o casi nulos, como se puede observar en el desarrollo de este documento, en la revisión de literatura.

En este sentido, es importante identificar los niveles de madurez de estas microempresas ya que no se evidencia un estudio importante aplicado al sector y a este tipo de empresas, de acuerdo con (Prieto, Meneses, & Vega, 2015).

Los modelos de madurez brindan la posibilidad a las organizaciones de medir y comparar sus iniciativas en diferentes ámbitos, indican el estado actual en el que se encuentra la organización y describen el camino hacia dónde debe moverse desde su ubicación actual. Estos autores también mencionan que existen diversos modelos de madurez para una gran variedad de ámbitos (Gestión de Proyectos, Inteligencia de Negocios, mejores prácticas para el proceso de desarrollo de software, entre otros) y que algunos han surgido de la academia y otros de organizaciones tanto privadas como públicas (Montañez & Lis, 2017).

Se debe tener en cuenta, que es justo una buena gestión o gerencia del conocimiento lo que está permitiendo a las empresas, y por ende a los Estados, ser cada vez más competitivos, y lo que contribuye al desarrollo de la sociedad en general, que para el caso colombiano es un imperativo inaplazable en este momento (Bernal, Frost, & Sierra, 2014)

De esta manera, se hace necesario identificar, diseñar e implementar estrategias que respondan a las particularidades de cada organización y que la apoyen con miras a un mejor aprovechamiento del conocimiento tal que este agregue valor a su respectiva competitividad y la del país (Bernal et al., 2014).

Los resultados permiten observar que las microempresas en Colombia poseen grandes ventajas competitivas en cuanto a su saber hacer, que algunas veces parte de una herencia familiar, que comienza siendo empírica, pero a la que hace falta potenciar estas ventajas para mejorar su posicionamiento, fortaleciendo ese conocimiento a nivel global, apoyándose en las nuevas herramientas tecnológicas y de conocimiento existentes, que les permiten ir más allá de su ubicación geográfica.

Por lo que se propone unas estrategias para mejorar los niveles de gestión del conocimiento, no sin antes, realizar una juiciosa revisión de literatura para elegir el mejor modelo de niveles de madurez trabajado con más éxito y ajustado a las microempresas del sector comercio de la región elegida en el Oriente Antioqueño Colombiano.

2. Metodología

La metodología aplicada es de naturaleza mixta, respondiendo al área de estudio en el marco del cual se realiza la presente investigación, respecto a las diferentes percepciones de los microempresarios del Sector Comercio del Altiplano del Oriente Antioqueño, de esta manera, la metodología de trabajo incluyó la realización de una revisión de literatura sobre los modelos que miden el nivel de madurez en gestión del conocimiento con el fin de construir un marco teórico que permitió determinar las áreas claves más relevantes para lograr determinar los niveles según las variables identificadas.

De acuerdo con esto, se construyó un instrumento de recolección de información con 15 preguntas enfocadas en 4 áreas del conocimiento, se realizaron un total de 57 entrevistas estructuradas, que permitieron identificar los niveles de madurez en gestión de conocimiento, luego se realizó una caracterización mediante la cual se realiza una clasificación del estado actual de las microempresas del sector comercio.

Finalmente, el análisis de la información recogida sirvió como guía para proponer las estrategias que orientan al mejoramiento de los niveles de madurez en gestión del conocimiento en la población objeto de estudio, que permitirán que cuando el microempresario realice su aplicación tenga un aumento de su nivel de madurez, y que, como consecuencia final, se convierta en la gestión tecnológica a través del factor de la gestión del conocimiento.

La segunda fase fue un análisis descriptivo a partir de la aplicación de dicho instrumento en 57 microempresas del altiplano del oriente antioqueño, realizado de manera presencial en cada uno de los establecimientos de comercio, se comenzó con el filtro de una base de datos de 6.776 empresas por sector, municipios del altiplano y tamaño, llegando así a una base de datos que posteriormente, se acota a 2.942 microempresas que hacen parte del foco de la investigación.

El 95.9% de las empresas de la Región son microempresas, luego se pudo obtener la información de las microempresas que se dedican al sector comercio y el subsector al que hacen parte, distribuidas como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 1. Número de empresas registradas en el oriente antioqueño, según sectores y actividades económicas en comercio

Descripción de la actividad económica	# empresas	%
Comercio al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por alimentos bebidas o tabaco	1.578	23,30%
Comercio al por menor de prendas de vestir y sus accesorios (incluye artículos de piel) en establecimientos especializados	875	12,90%
Comercio al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por productos diferentes de alimentos (víveres en general) bebidas y tabaco	555	8,20%
Comercio al por menor de artículos de ferretería pinturas y productos de vidrio en establecimientos especializados	372	5,50%
Comercio al por menor de productos farmacéuticos y medicinales cosméticos y artículos de tocador en establecimientos especializados	316	4,70%
Comercio al por menor de otros artículos domésticos en establecimientos especializados	257	3,80%
Comercio al por menor de productos agrícolas para el consumo en establecimientos especializados	235	3,50%
Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias animales vivos	231	3,40%
Comercio al por menor de libros periódicos materiales y artículos de papelería y escritorio en establecimientos especializados	201	3,00%
Comercio al por menor de carnes (incluye aves de corral) productos cárnicos pescados y productos de mar en establecimientos especializados	193	2,80%

Comercio al por menor de otros productos alimenticios n.c.p. en establecimientos especializados	177	2,60%
Comercio al por menor de todo tipo de calzado y artículos de cuero y sucedáneos del cuero en establecimientos especializados	146	2,20%
Comercio al por menor de otros productos nuevos en establecimientos especializados	143	2,10%

Fuente: Unidad de Inteligencia Organizacional & SENA (2018)

En primera instancia se enviaron vía correo las encuestas a las microempresas según clasificación por número de empleados con menos de 10 personas trabajando en el lugar, a un total de 18 microempresas, tomando como referencia la aplicación del 5% de la población de empresas de cada municipio del altiplano del oriente antioqueño: Rionegro, Marinilla, La ceja, Guarne, El Carmen de Viboral, Santuario, San Vicente, El retiro y La unión. Posteriormente de manera aleatoria se eligieron las microempresas entrevistadas, con comerciantes que aceptaron participar en el estudio.

Para realizar una recolección de información que se facilitara en su análisis se asignó a cada nivel de madurez una valoración numérica como se muestra a continuación:

Tabla 2. Asignación numérica a los niveles de madurez

Nivel de madurez	Asignación numérica	Interpretación
No sabe/no responde	0	No conoce el proceso o no se lleva este proceso
Inicial	1	Existen prácticas informales de GC, prima el conocimiento tácito e individual y no existe alineación de las iniciativas de GC con la estrategia del negocio
Exploratorio	2	Hay una definición inicial de GC para la organización y se consideran las implicaciones de su implementación, además se desarrollan proyectos piloto
Usado	3	La organización pone en marcha practicas formales de GC, que están articuladas a la estrategia, los procesos y la cultura
Gestionado	4	Se implementan prácticas de GC avanzadas y estandarizadas, se hace seguimiento y control mediante indicadores y se generan beneficios para el negocio a partir del conocimiento
Innovación	5	Las prácticas de GC se mejoran y optimizan continuamente, la GC se adapta de forma flexible a nuevos requerimientos del negocio y apalanca la innovación

Fuente: Construcción propia a partir (Arias-Pérez et al., 2016)

Por último, como entrega final de la investigación, se diseñaron las estrategias, con enfoque en cada una de las clasificaciones anteriormente realizadas, teniendo en cuenta principalmente su estructura y sus necesidades, que permitirán a estas microempresas buscar su sostenibilidad y mayor rentabilidad, a través de procesos de Innovación inmersos en la gestión del conocimiento.

Tabla 3. Ficha técnica del estudio

Unidad muestral	Microempresas del sector comercio
Ámbito de estudio	Altiplano del Oriente Antioqueño
Técnica	Entrevistas cara a cara en las microempresas
Método de recolección	Página en internet con el cuestionario estructurado
Muestreo	Aleatorio
Tamaño de la muestra	57

Fecha de trabajo de campo	Febrero - Marzo 2019
----------------------------------	-----------------------------

Fuente: Construcción propia

3. Desarrollo

La primera fase de esta investigación ha sido exploratoria y abordada en dos etapas, en primera instancia se realizó una revisión de literatura en bases de datos científicas, libros, revistas indexadas y demás documentos, con el fin de identificar los factores necesarios para proponer estrategias que orienten el mejoramiento de los niveles de madurez en gestión del conocimiento de las microempresas del sector comercio del Altiplano del Oriente Antioqueño.

Se tomó como referencia, la estructura básica de los Modelos de madurez de la gestión del conocimiento desde la perspectiva de Arias-Pérez, Tavera-Mesías, & Castaño-Serna, 2016, en la que tenían los siguientes conceptos relevantes para entender el alcance de este trabajo:

✓ Áreas clave: Agrupan las capacidades y prácticas de GC que desarrolla una organización, de acuerdo con la articulación que tengan con elementos como la tecnología, la cultura y los procesos, entre otros.

✓ Escala de madurez: Regularmente los modelos de este tipo constan de niveles que indican los distintos estados de las capacidades y prácticas en materia de GC, partiendo de un nivel principiante hasta llegar a un máximo de desarrollo y consolidación de la organización

Se puede ver que en el mismo trabajo de investigación estos autores realizaron un comparativo de los principales modelos de madurez de la gestión del conocimiento encontrada en la revisión teórica, que hace parte del marco teórico de este trabajo.

Tabla 4. Comparativo de los principales modelos de madurez de la gestión del conocimiento

Modelo	Areas clave	Niveles de madurez
<i>Knowledge journey (KPMG, 2000)</i>	Personas, procesos, contenido, tecnología	<i>Ad hoc</i> , consciente, focalizado, gestionado, céntrico
<i>KMMM (Klimko, 2001)</i>	Genérico	Inicial, descubridor, creador, gestor, renovador
<i>V-KMMM (Weerdmeester, Pocaterra; Hefke, 2003)</i>	Cultura, infraestructura, tecnología	n, n+1, n+2, n+3, n+4, n+5
<i>KPQM (Paulzen et al., 2002)</i>	Organización, personas, tecnología	Inicial, consciente, establecido, cuantitativamente gestionado, optimizado
<i>5iKM3 (Monhanty; Chand, 2005)</i>	Personas, procesos, tecnología	Inicial, intención, iniciativa, inteligente, innovador
<i>S-KMMM (Kruger; Snyman, 2005)</i>	Genérico	Inicial, repetido, definido, gestionado, optimizado
<i>KMMM interpretativo (DeSouza, 2006)</i>	Gestión de fuentes, gestión analítica, gestión de significados, gestión de la acción	<i>Ad hoc</i> , reactivo, apreciativo, gestionado, optimizado
<i>I-KMMM (Rasula; Bosilk; Indihar, 2008)</i>	Conocimiento, organización, tecnologías de información (TI)	Nulo, inicial, repetible, definido, integrado
<i>G-KMMM (Pee; Kankanhalli, 2009)</i>	Personas, procesos, tecnología	Inicial, consciencia, definido, gestionado, optimizado

<i>KNM (Hsieh; Lin; Lin, 2009)</i>	TI, cultura, procesos	Conocimiento caótico, conocimiento minucioso, estado GC, GC avanzado, integración de GC
<i>KMMS (Lin; Wu; Yen, 2012)</i>	TI, cultura, procesos	Conocimiento caótico, conocimiento minucioso, estado GC, GC avanzado, integración de GC
<i>KMME (Chen; Fong, 2012)</i>	Mecanismos de gobierno del conocimiento, y procesos de conocimiento	Embrionario, inmaduro, en desarrollo, desarrollado, altamente desarrollado
<i>Brazilian KMMM (Lotti-Oliva, 2014)</i>	Organización, información, cultura, participación y compromiso	Insuficiente, estructurado, orientado e integrativo

Fuente: Construcción de un modelo de madurez de gestión del conocimiento para una multinacional de alimentos de una economía emergente (Arias-Pérez, Tavera-Mesías, & Castaño-Serna, 2016)

En este cuadro se logra evidenciar 4 áreas claves que son las principales a ser estudiadas por su prevalencia en los diferentes modelos: estrategia, cultura, procesos de conocimiento y tecnología, así mismo, una escala con cinco niveles de madurez: inicial, exploratorio, usado, gestionado e innovación, que sirven de guía para describir la evolución de las 15 variables que hacen parte de las áreas clave. A continuación, se resume en una tabla para que sea más claro a la hora de interpretar los resultados finales:

Tabla 5. Áreas claves de la gestión del conocimiento

Áreas clave	Procesos de conocimiento	Conjunto de actividades que habilitan el flujo del conocimiento en los distintos niveles del negocio
	Tecnología	Infraestructura de TIC que apoya la GC
	Estrategia	Vínculo entre la estrategia del negocio y la estrategia de GC
	Cultura	Factores organizacionales que influyen sobre la disposición de los colaboradores hacia la GC
Niveles de madurez	Inicial	Existen prácticas informales de GC, prima el conocimiento tácito e individual y no existe alineación de las iniciativas de GC con la estrategia del negocio
	Exploratorio	Hay una definición inicial de GC para la organización y se consideran las implicaciones de su implementación. Además, se desarrollan proyectos piloto
	Usado	La organización pone en marcha prácticas formales de GC, que están articuladas a la estrategia, los procesos y la cultura
	Gestionado	Se implementan prácticas de GC avanzadas y estandarizadas, se hace seguimiento y control mediante indicadores, y se generan beneficios para el negocio a partir del conocimiento
	Innovación	Las prácticas de GC se mejoran y optimizan continuamente; la GC se adapta de forma flexible a nuevos requerimientos del negocio y apalanca la innovación

Fuente: Construcción de un modelo de madurez de gestión del conocimiento para una multinacional de alimentos de una economía emergente (Arias-Pérez et al., 2016)

La tabla 5 muestra la construcción de un modelo de madurez aplicada en una multinacional de alimentos, en la que destacan la importancia de las cuatro áreas clave:

Estrategia, Cultura, Procesos de Conocimiento y Tecnología, así mismo, establecieron con respecto a cada una de las áreas más relevantes del proceso una escala de cinco niveles de madurez: Inicial, Exploratorio, Usado, Gestionado e Innovación (Arias-Pérez, Tavera-Mesías, & Castaño-Serna, 2016b).

Teniendo en cuenta el rigor en la elección del método y la aplicación en el contexto colombiano, se tomó la decisión de aplicar este modelo, teniendo en cuenta que reunía los factores más relevantes para medir los niveles de madurez de toda la literatura revisada, adicional que había sido probado en una empresa de la región, lo que nos permitía un acercamiento en el lenguaje para el tipo de empresa objeto de estudio de esta investigación.

Dado que este trabajo se centra en el análisis de la relación del concepto de Microempresa con la gestión del conocimiento, se buscó establecer información concreta al respecto entendiendo las concepciones que se dan en el ámbito académico al sector específico que es objeto de estudio: comercio, para que de esta manera se pueda realizar una trazabilidad a los conceptos integrales que hacen parte del desarrollo de este trabajo, partiendo de las capacidades que desarrollan empíricamente las microempresas, identificando esos niveles de madurez.

4. Resultados

De los 9 municipios que componen el Altiplano del Oriente Antioqueño solo participaron microempresas ubicadas en los municipios de El Carmen de Viboral, El Retiro, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla y Rionegro, no participaron microempresas de los municipios de San Vicente y Santuario, siendo las más participativas en el estudio las de Rionegro (59.65%), seguido por las del municipio de La Unión (19.33%):

Tabla 6. Análisis de municipios de la muestra

MUNICIPIO	Conteo	Porcentaje	Acumulado
El Carmen de Viboral	1	1,75	1,75
El Retiro	1	1,75	3,51
Guarne	2	3,51	7,02
La Ceja	3	5,26	12,28
La Unión	11	19,3	31,58
Marinilla	5	8,77	40,35
Rionegro	34	59,65	100
N=	57		

Fuente: Construcción propia

Las microempresas fueron organizadas por subsectores según el producto o servicio que comercializan, teniendo mayor relevancia en la investigación las que comercializan alimentos y bebidas (26,32%) seguido de prendas de vestir (15,79%), productos para el hogar (14,04%) y servicios personales (12,28%)

Tabla 7. Análisis de subsectores de la muestra

SUBSECTOR	Conteo	Porcentaje
Accesorios personales	3	5,26
Alimentos y bebidas	15	26,32

Artículos de papelería	1	1,75
Comercialización de prendas de vestir	1	1,75
Flores	3	5,26
Muebles para el hogar	1	1,75
Otros productos o servicios	6	10,53
Prendas de vestir	9	15,79
Productos para el hogar	8	14,04
Productos para fiestas	2	3,51
Servicio de alquiler de trajes	1	1,75
Servicios personales	7	12,28
N=	57	

Fuente: Construcción propia

El número de empleados de las empresas encuestadas fue organizado en rangos con el fin de realizar el análisis de la información recolectada, de esta manera se pudo observar que las microempresas tenían empleados en su mayoría en los rangos 1 con un 47,37% y 2 con un 42,11%. Es decir, que las microempresas encuestadas en un 89,48% no tienen más de 5 empleados.

Tabla 8. Análisis de microempresas por número de empleados

Rangos

Entre	Asignación
1 y 2	1
3 y 5	2
6 y 10	3
11 y 15	4
16 o más	5

EMPLEADOS	Conteo	Porcentaje
1	27	47,37
2	24	42,11
3	4	7,02
4	2	3,51
N=	57	

Fuente: Construcción propia

La cantidad de tiempo de la empresa en el mercado, también fue organizada por rangos para poder realizar un buen análisis, de allí se pudo establecer que la mayoría de microempresas entrevistadas son muy jóvenes, con un tiempo en promedio ubicado en los rangos 1 con un 56,14% y el rango 2 con un 22,81%, lo que indica que un total del 78,95% del total encuestado tiene un tiempo en el mercado menor a 10 años.

Tabla 9. Análisis de microempresas por años de constitución

Entre	Asignación
1 y 5	1
6 y 10	2
11 y 15	3
16 y 20	4
21 o más	5

AÑOS EMPRESA	Conteo	Porcentaje
1	32	56,14
2	13	22,81
3	4	7,02
4	5	8,77
5	3	5,26
N=	57	

Fuente: Construcción propia

4.1. Análisis por áreas clave

Las áreas clave analizadas, según el modelo elegido son:

1. Procesos de conocimiento:

Se valida si se realizan un conjunto de actividades que habilitan el flujo del conocimiento en los distintos niveles del negocio, encontrando en términos generales, que las microempresas tienen un nivel de madurez Inicial en el área clave de los procesos del conocimiento, reconociendo un corto avance hacia un nivel exploratorio.

2. Tecnología:

Se analiza la infraestructura de las Tics que apoya la GC, esta área clave también cuenta con un nivel de madurez general en Inicial, aunque se puede ver que avanza hacia el nivel exploratorio, es considerable la falta de conocimiento y claridad sobre el uso de las Tics en los procesos de las microempresas y como se almacena la información a futuro.

3. Estrategia:

Se pregunta sobre el vínculo entre la estrategia del negocio y la estrategia de la GC, encontrando que la madurez del área clave de Estrategia es inicial, lo que indica que prima un conocimiento tácito y existen prácticas informales de gestión del conocimiento

4. Cultura:

Se verifican los factores organizaciones que influyen sobre la disposición de los colaboradores hacia la GC, se puede visualizar que, aunque se avanza en la toma de conciencia de importancia de compartir información y conocimiento, esta área clave sigue teniendo un nivel de madurez Inicial.

Tabla 10. Nivel de madurez por área clave de GC

AREA CLAVE	NIVEL DE MADUREZ				
	Inicial 1	Exploratorio 2	Usado 3	Gestionado 4	Innovación 5
Procesos de conocimiento					
Tecnología					
Estrategia					
Cultura					

Fuente: Construcción propia

4.2. Niveles de madurez

Al realizar el análisis del nivel de madurez por municipio, lo primero que se puede observar es que en Rionegro está la mayor concentración de microempresas del oriente antioqueño en el sector comercio con un nivel de madurez 2, es decir inicial.

Se pudo establecer que en el municipio de Guarne es donde las microempresas realizan mayores avances en gestión del conocimiento, ubicándose en el nivel 4, es decir, un nivel gestionado, que, según la interpretación explicada en la metodología, significa que estas microempresas hacen esfuerzos para implementar prácticas de GC avanzadas y estandarizadas, hace algún tipo de seguimiento y control mediante indicadores y se generan beneficios para el negocio a partir del conocimiento.

A modo general, se pudo identificar que los municipios que están más cerca de la ciudad de Medellín cuentan con mejor disposición y gestión del conocimiento, con actividades maduras de manejo de información construidas en los diferentes procesos de la microempresa,

incluso desde el año cero, es decir, desde su creación o apertura al mercado.

Gráfica 1. Niveles de madurez por municipio

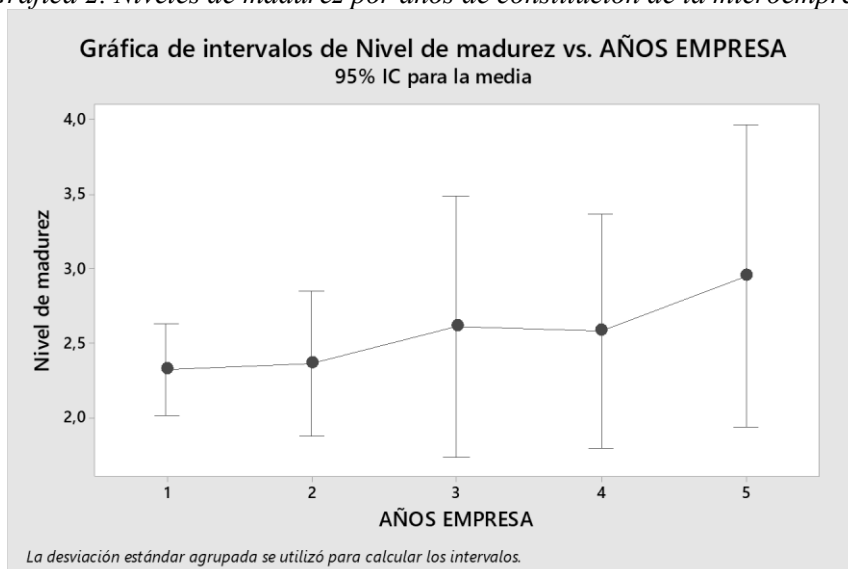


Fuente: Construcción propia

Al analizar los años de constitución de la empresa y los niveles de madurez de esta, se puede visualizar una relación directa entre las dos variables, en la que el nivel de madurez en Inicial o nivel 1 frente a las microempresas que llevan más de 15 años de posicionamiento en el mercado, que llegan a un nivel de madurez gestionado, es decir, realizan de manera consciente prácticas para gestionar su conocimiento a lo largo de los años de su existencia.

De esta manera, se puede deducir que, a medida que pasan los años de constitución de la empresa hay hacia el interior una solidificación de los procesos que se realizan y estandarización de los procesos rutinarios, que apuntan hacia el establecimiento de procesos de gestión de conocimiento organizados de manera espontánea pero disciplinada, para lograr construir una memoria de la organización en cuanto a los procedimientos del día a día.

Gráfica 2. Niveles de madurez por años de constitución de la microempresa



Fuente: Construcción propia

5. Análisis

A continuación, se presentan las estrategias diseñadas, orientadas hacia el mejoramiento de los niveles de madurez en Gestión del Conocimiento, para las Microempresas del Sector Comercio en el Altiplano del Oriente Antioqueño, teniendo en cuenta el hallazgo realizado durante la presente investigación de los niveles de madurez inicial para estas microempresas.

Tabla 11. Estrategias por nivel de madurez de cada área clave de GC

AREA CLAVE	Nivel encontrado	Estrategia planteada
Procesos de conocimiento	Inicial	Generar planes y programas de capacitación, apoyados en las instituciones educativas que existen en los diferentes municipios, teniendo en cuenta, que se pueden realizar convenios, para permitir que los empleados puedan acceder a formaciones en tiempos que no se traslapen con el horario de trabajo. Se pudiera trabajar más adelante en la creación de escuelas del conocimiento en temas de interés para los dueños de las microempresas y otros para los empleados.
Tecnología	Inicial	Generar un gestor documental, donde se maneje la información básica importante que se trabaja cada día, para que se soporte toda la información por medio de formatos eficientes que permitan tener al final de cada día, semana o mes, consolidados de información sobre los cuales se pueda visualizar el estado del negocio y tomar decisiones basados en información capturada en gestores documentales simples, pueden ser manuales y gestores de información.

Estrategia	Inicial	Generar alianzas con instituciones públicas que acompañen procesos importantes de los negocios, como contabilidad, logística, servicio al cliente y administración en general, con el fin de que los empresarios a medida que son acompañados puedan visualizar y aprender las diferentes técnicas que podrán ser apropiadas y ajustadas a su negocio para capturar la información importante y poder transmitirla a nuevas generaciones.
Cultura	Inicial	Realizar un programa de incentivos y capacitaciones para que los empleados de las microempresas tengan un incentivo permanente por realizar bien su labor, adicional generar espacios de integración y recreación para generar sentido de pertenencia por el negocio y un espacio físico para las comunicaciones que permitirá que todos los colaboradores reciban la misma información de manera clara y oportuna.

Fuente: Construcción propia

Se presentan las estrategias organizadas por área del conocimiento, tal como lo muestran los resultados expresados en la Tabla 11. Nivel de madurez por área clave de GC, luego de identificar las acciones de gestión de conocimiento, según el modelo elegido y las respuestas que se recogieron, que les falta realizar a los microempresarios y que serían de gran importancia para la contribución en el mejoramiento de los niveles de madurez y a su vez, a los procesos principales que se dan al interior de estas organizaciones.

6. Conclusiones

En el desarrollo de esta investigación respecto al primer objetivo planteado, de explorar y encontrar un modelo de medición de los niveles de gestión de conocimiento, se pudo observar que falta indagar más en esta área que es bien importante para mejorar el impacto de las microempresas en las economías de los países emergentes.

Dando alcance a la pregunta de investigación planteada en la propuesta: ¿Qué estrategias se pueden proponer para mejorar los niveles de madurez de la gestión del conocimiento en las microempresas del sector comercio en el Altiplano del Oriente Antioqueño?, se pudieron establecer 3 estrategias que enmarcan un trabajo específico que debe abordarse, bien sea desde la academia o desde la empresa privada, para lograr ese mejoramiento de los niveles de

madurez esperado en este tipo de empresas, permitiendo que siga siendo este sector el más importante, con unas prácticas precisas que aporten en su posicionamiento en el mercado por largo tiempo.

En términos generales se pudo realizar la validación de la hipótesis de la propuesta de investigación en la que se planteaba que el nivel de madurez de la gestión del conocimiento de las microempresas del sector comercial del altiplano del oriente antioqueño es Inicial, sin embargo, se encontraron algunas microempresas que ya han realizado avances hacia niveles exploratorio, usado y gestionado, de igual manera, los resultados hacia un nivel de madurez en innovación son mínimos.

7. Referencias

- Arias, J. E., & Castaño, C. E. (2014). Madurez de las capacidades de innovación en empresas colombianas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 19(66), 306–318. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Arias-Pérez, J., Tavera-Mesías, J., & Castaño-Serna, D. (2016). Construcción de un modelo de madurez de gestión del conocimiento para una multinacional de alimentos de una economía emergente. *Revista El Profesional de La Información*, pág 88. <https://doi.org/10.3145/epi.2016.ene.09>
- Bernal, C. A., Frost, J. S., & Sierra, H. D. (2014). Importancia de la gerencia del conocimiento: contrastes entre la teoría y la evidencia empírica. *Estudios Gerenciales. Revista estudios gerenciales*, 30(130), 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.01.011>
- Montañez, L., & Lis, J. P. (2017). A propósito de los modelos de madurez de gestión del conocimiento. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y reflexión* 63–81
- Prieto, R., Meneses, C., & Vega, V. (2015). Análisis comparativo de modelos de madurez en inteligencia de negocio. *Revista Chilena de Ingeniería*, 23(3), 361–371. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052015000300005>
- Robayo, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Revista Suma de Negocios*, 7(16), 125–140. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>
- SENA & Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación (2018), Unidad de Inteligencia Organizacional

Diagnóstico de una cultura organizacional encaminada a la innovación

Indy Bibiana Bedoya Botero
SENA, Antioquia, Colombia
ibedoyab@sena.edu.co

Susana Crespo Jaramillo
SENA, Antioquia, Colombia
sucrespo@sena.edu.co

Juan Fernando Chavarria Vargas
SENA, Antioquia, Colombia
juan.250601@hotmail.com

Resumen

Existen diversos modelos para diagnosticar y evaluar la cultura organizacional, uno de los más reconocidos es el modelo de Marco de Valores en Competencia (MVC) propuesto por Cameron & Quinn que mide y analiza la cultura desde sus tipologías. En este trabajo se identificó, evaluó y documentó la cultura organizacional de la unidad de I+D+i del Centro de Comercio - SENA basada en dicho modelo, con el propósito de proponer acciones de intervención y fomento en la formación profesional integral desde la línea de Apropiación y Cultura con un enfoque hacia la innovación.

Palabras clave

Cultura organizacional, diagnóstico, gestión, innovación

1. Introducción

La cultura depende de las personas, porque se crea a partir de las interacciones, los valores y los comportamientos de los seres humanos (Uribe, 2011), en este sentido, la (UNESCO, 1982) define la cultura como: “el conjunto de los rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o un grupo social. Es ella la que hace que los seres humanos sean racionales, críticos y éticamente comprometidos” (p.4).

Teniendo en cuenta lo anterior, como caso específico, la cultura de una organización la conforman los valores y comportamientos característicos de sus miembros, que son esencialmente: la creatividad, la toma de riesgos y el trabajo en equipo (Zhang & Zhou, 2012), razón por la cual “Cada empresa tiene su propia cultura y es importante que esta permita un ambiente de creatividad, innovación y flexibilidad alineada con el logro de sus objetivos” (Castro & Cotes, 2005, p.35), por lo tanto debe ser intervenida mediante iniciativas para que todos los miembros de la organización se apropien de ella, sin embargo antes de intervenir la cultura de una dependencia o área, en primer lugar se debe hacer un diagnóstico de la misma dentro de la organización.

El SENA cuenta con un Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, denominado SENNOVA, específicamente el Centro de Comercio Antioquia no cuenta con una identificación clara de su cultura organizacional encaminada a la innovación, por lo tanto, el

propósito de la investigación es hacer por una parte, a partir de una encuesta procesada mediante técnicas de análisis de datos el diagnóstico de la cultura con base en el modelo de Marco de Valores en Competencia de (Cameron & Quinn, 1999) y; por otra, la propuesta de acciones de intervención y fomento para su aplicación en el equipo de trabajo que conforma la unidad a partir de la investigación exploratoria, descriptiva y mixta.

2. Cultura, cultura organizacional y cultura encaminada a la innovación

A continuación, se presentan unos conceptos básicos para la contextualización en el tema de la investigación como: cultura, cultura organizacional y cultura de innovación.

La cultura se considera una característica básica de una sociedad (Marín, 1997), definida por los conocimientos y aptitudes intelectuales, los valores y creencias, las prácticas religiosas y artísticas, y la manera de relacionarse unos con otros, por ello es diferente para cada sociedad (García, 2004) y el modo particular de hacer las cosas en un entorno específico, por lo tanto la cultura puede “ser aprendida, evoluciona con nuevas experiencias y puede ser cambiada si se entiende la dinámica del proceso de aprendizaje” (Castro & Cotes, 2005, p. 27).

Edgar Schein (1996), un pionero en investigaciones sobre cultura la define como “un patrón de suposiciones básicas que es enseñado a los nuevos miembros como la forma correcta de percibir, pensar y sentir en relación con esos problemas de adaptación e integración interna”, en ese sentido, la cultura de una sociedad está definida por los valores, hábitos y costumbres transmitidos e impuestos de generación en generación (Chiavenato, 2009) y el conjunto de actividades, comportamientos e ideas creadas que le permite a sus miembros actuar y adaptarse a la comunidad específica (Alcina, 1989).

Teniendo en cuenta lo anterior y entendiendo la cultura no como asunto individual sino como proceso social, las organizaciones también se caracterizan por tener culturas propias que son adoptadas por sus miembros, denominada cultura organizacional o corporativa (Chiavenato, 2009), definida como una construcción social que depende de procesos colectivos y está conformada por las actitudes, experiencias, creencias y valores de una organización, desarrollados por un grupo o grupos específicos (Schein, 1988 citado en Naranjo & Calderón, 2015). Para alcanzarla, las empresas requieren de buena comunicación que permita el intercambio de ideas y promueva la creatividad para llegar a la innovación (Pizarro, Real, & de la Rosa, 2011), además de unos comportamientos por parte de los empleados como la adaptabilidad, el compromiso, el trabajo individual y en equipo (Zhou, 2017), los cuales apoyan el éxito y los buenos resultados de la organización acompañado por uno o varios líderes que tomen decisiones y gestionen proyectos y/o procesos. Esos líderes son los mediadores para alinear el comportamiento de los empleados con la estrategia y son quienes deben fomentar la cultura a la que se desea llegar (The boston consulting group, 2017).

Según Koontz (2007) la cultura corporativa es “el modelo general de conducta, ideas y valores que comparten sus integrantes. La cultura se infiere a partir de lo que dicen las personas, lo que hacen y lo que piensan en un ambiente organizacional” por lo tanto es compartida e influye en el comportamiento de los miembros de la organización, lo que la lleva a ser única y a diferenciarla de otras organizaciones, (Chiavenato, 2009), asimismo está fuertemente asociada con las formas, características y resultados de trabajo, la conducta de los integrantes de la organización, la claridad en los principios organizacionales y el estilo de liderazgo, de modo que puede ser modificada mediante cambios en los métodos de trabajo, normas, actitudes y pensamientos de sus miembros (Robbins, 2004). Cabe resaltar que la

cultura en la organización cumple varias funciones, la principal es guiar los comportamientos hacia las acciones que apuntan al objetivo de la organización (Marín, 1997), del mismo modo permite el control, brinda identidad, estabilidad y crea sentido orientando y formando las actitudes de los empleados (Robbins, 2004).

Según (Cameron & Quinn, 1999) son muchas las variables o elementos que deben tenerse en cuenta para hacer un diagnóstico de la cultura organizacional, debido a la amplitud del concepto y diversidad de atributos y factores que la comprende, por lo tanto sería complejo considerarlos todos en un solo diagnóstico, ya que depende del interés de cada investigador y el instrumento o modelo que use para evaluarlo (Ruiz & Naranjo, 2012). En general los elementos que definen la cultura de una organización son los valores y las normas que permiten la formación y el cambio cultural (Marín, 1997); los comportamientos comunes y creencias que indican a los individuos como percibir el trabajo, las relaciones humanas y el desempeño de los colegas (Schein, 1996); la comunicación acertiva entre los equipos de trabajo (Deal & Kennedy, 1985) y el apoyo al talento humano mediante un sistema de recompensas y el estímulo al riesgo (Serna, 2008), en pocas palabras, diversos autores describen los valores como elemento fundamental de la cultura corporativa porque direccionan el comportamiento diario de los empleados.

Como se mencionó en párrafos anteriores, la cultura que posee una organización le brinda identidad, diferenciándola de las demás, porque en ella se evidencia su forma de llevar a cabo las labores, establecer prioridades y dar importancia a colaboradores (Serna, 2008), así como el fomento de los valores antes mencionados, los cuales permiten que la cultura corporativa se convierta en el impulsor más fuerte de la innovación, apoyando la creación de ideas, la alta tolerancia al riesgo, los incentivos y pensar en el desempeño financiero con la comercialización de las innovaciones (Tellis, Prabhu, & Chandy, 2009). En este orden de ideas, al poseer una cultura organizacional que apoye la innovación, se dice que se cuenta con una “cultura de innovación” dentro de la organización. Esta forma de cultura también depende de las personas por ser un proceso colectivo e interactivo, y se define como “el conjunto de conocimientos, prácticas y valores (individuales y colectivos), que determinan disposiciones y formas de hacer las cosas y que promueven, en la sociedad, la generación de nuevos conocimientos y la creación de innovaciones” (Cornejo & Muñoz, 2012, p.131).

La cultura de innovación está conformada principalmente por siete elementos (Morales, 2013) que son: liderazgo, cuestionamiento, entorno y recursos para innovar, talento y motivación, experimentación y asumir riesgos, diversidad de pensamiento y colaboración. Cada uno se debe intervenir y fomentar dentro de la organización para llegar a la innovación. El primer elemento es el liderazgo, se refiere al apoyo y guía que brindan los líderes para que las personas realicen las tareas asignadas de la mejor manera y cumplan los objetivos (Fernández, 2005), la clave es orientarse simultáneamente en los resultados, construyendo relaciones humanas que funcionen (Hunter, 1999); el segundo es cuestionamiento para que se analice objetivamente la forma de hacer las cosas en la organización, se estimule la discusión y se generen soluciones que beneficien a los involucrados en el proceso de innovación; el tercer elemento es contar con un entorno y recursos para innovar, un espacio que estimula a pensar diferente y permite el intercambio de información y conocimientos (Morales, 2013); talento y motivación es otro elemento en el cual se reconoce mediante incentivos, el esfuerzo de las personas que generan y desarrollan ideas (Shelton, 2016); otro elemento es experimentación y asumir riesgos porque la innovación implica riesgos y no se puede tener miedo a los fracasos ni castigar los errores, por el contrario, es válido aplicar el método de prueba y error hasta lograr lo que se desea; la diversidad de pensamiento es el elemento que promueve la interacción de

equipos multidisciplinarios, generando alianzas y permitiendo el intercambio de ideas que se puedan convertir en productos comerciales; y, finalmente la colaboración, un elemento que resalta el trabajo en equipo y define que la innovación es un esfuerzo transversal a toda la organización (Shelton, 2016).

A parte de los siete elementos definidos, el elemento central de la cultura de innovación lo conforman las personas, porque son quienes con sus conocimientos y comportamientos solucionan problemas, generan y gestionan ideas y enfrentan riesgos, creando y conservando una cultura encaminada a la innovación (Souto, 2015), además fomentan el trabajo en equipo que generan redes profesionales para desarrollar proyectos.

La cultura de innovación se manifiesta en una organización en la transformación de recursos para crear valor (Jarrar & Smith, 2014), y tiene éxito mientras se rete a los empleados a encontrar mejoras, dar aportes creativos sin miedo a que sean copiados o robados con la posibilidad de recibir incentivos (Castro & García, 2014), tomar riesgos y buscar nuevas formas de hacer las cosas generando ideas para dar soluciones a problemas, compartir responsabilidades (Claver, Llopis, Garcia, & Molina, 1998) y se fomenten valores como el aprendizaje, la curiosidad, el trabajo en equipo, el liderazgo, la creatividad, la autonomía, la adaptación, la comunicación, la colaboración, la confianza y el compromiso (Gutierrez, 2011).

La cultura de innovación comienza cuando se fomenta la creatividad para llegar a la innovación (Martín, Delgado, Navas, & Cruz, 2013) y se generan ideas como primera instancia del proceso de innovación (García, García, & Piñeiro, 2010), el cual se define como la secuencia de actividades para llegar a nuevos o mejorados productos, servicios o procesos, con el objetivo de gestionar un flujo de ideas (Schilling, 2008). Este proceso busca el aprovechamiento de oportunidades y no es rígido, es decir, cada etapa tiene la posibilidad de sufrir cambios de acuerdo con las necesidades de la empresa (Robayo, 2016).

En ese sentido, trabajar en la creatividad le permite a la empresa contar con una cultura organizacional encaminada a la innovación que ayuda a resolver problemas, generar conocimiento, aumentar su capacidad de innovación y reconocer oportunidades que permitan dar inicio a la etapa de generación de ideas para llegar a la innovación (Gálvez & García, 2012).

El trabajo en equipo a parte de generar mayor conocimiento e ideas, brinda nuevas formas de aprendizaje, dejando a un lado la formación individual para pasar a la colectiva, evidenciando el intercambio de experiencias y desarrollo de proyectos, donde la participación de cada integrante enriquece a todo el grupo (Fernández, 2005). Las ideas no se crean ni se desarrollan solas requieren de actores, incentivos y recursos para ser transformadas (Mesa, 2012), igualmente de mecanismos para capturarlas y el compromiso de la dirección en el proceso innovador (Urgal, Quintás, & Toméa, 2011).

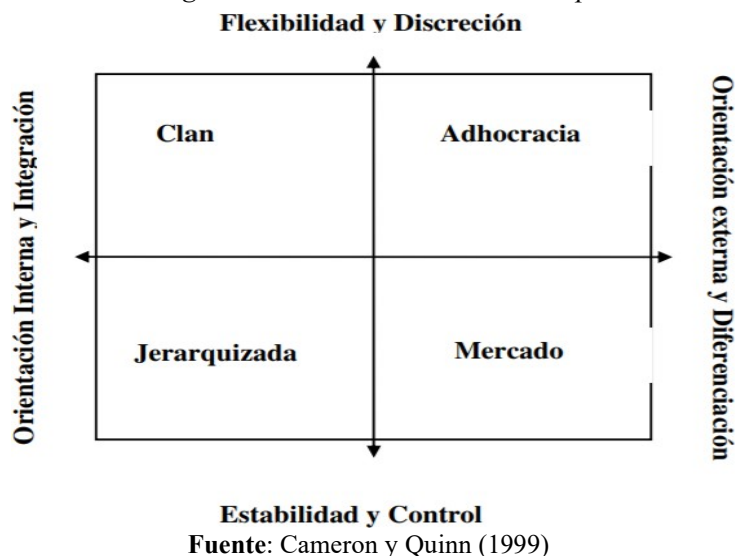
Para el estudio de la cultura organizacional, Cameron & Quinn (1999) proponen un modelo que permite medirla y evaluarla desde sus tipologías como se explica a continuación:

3. Modelo cultural de Marco de Valores en Competencia (MVC) de Cameron y Quinn

También conocido como Competing Values Framework (CVF), el modelo propone una metodología para el estudio de la cultura organizacional basada en los valores en competencia (MVC). Describe las características dominantes para cada tipo de cultura y propone dos dimensiones representadas por valores que son: estabilidad versus flexibilidad (hace referencia a si la organización considera más importante el orden y el control (estabilidad) o el dinamismo

y la discrecionalidad (flexibilidad)) y diferenciación y rivalidad versus integración y unidad, dos valores contrapuestos que se refiere a la orientación externa o a la orientación interna respectivamente. Estas dimensiones se combinan y adoptan cuatro tipos de cultura: de clan, adhocrática, jerárquica y de mercado (Crespo, 2017), como puede observarse en la Figura 1.

Figura 1 Modelo de valores en competencia



Según el modelo de marco de valores en competencias los cuatro tipos de culturas se clasifican y definen de la siguiente manera.

- La cultura de clan: Se ubica en la dimensión de flexibilidad con énfasis en la orientación interna. Esta tipología cultural promueve el trabajo en equipo, considera a la organización como una familia, con definición de metas y valores compartidos para lograrlas, pero evitando procedimientos jerárquicos y reglas. Tiene un enfoque en el desarrollo humano, mediante el trabajo en equipo, la participación de los trabajadores y el compromiso, la lealtad y la dedicación de todos los empleados con la organización, donde el papel del líder es un mentor y protector de todos. El líder es percibido como un padre de familia (Cameron & Quinn, 1999).

- La cultura adhocrática: También se ubica en la dimensión de flexibilidad, pero su orientación es externa, es decir se concentra en la interacción flexible con el ambiente externo. Este tipo de cultura se caracteriza por tener un lugar de trabajo creativo, dinámico y emprendedor, donde se presente el cambio permanente y se puedan tener iniciativas, experimentar y asumir riesgos para llegar a la innovación

y ser líderes en el mercado. Los líderes se consideran visionarios e innovadores que asumen riesgos (Cameron & Quinn, 1999).

- La cultura de mercado: Se ubica en la dimensión de estabilidad y control con énfasis externo para lograr mejoras en su productividad y competitividad. Esta cultura busca la eficacia y realización de metas, es decir, su objetivo es la competitividad tanto interna como externa enfocada en los clientes, consumidores, proveedores, sindicatos, organismos reguladores y competidores. Se orienta a los resultados, cada empleado debe cumplir sus objetivos en un tiempo determinado, los líderes son competidores, exigentes y su éxito es ganar en el mercado (Cameron & Quinn, 1999).

- La cultura jerárquica: También se ubica en la dimensión de estabilidad y el control, pero con una orientación interna. Este tipo de cultura busca la formalización de los

procesos y el cumplimiento de normas, mediante las reglas estandarizadas, supervisión, trabajos controlados. Los estímulos se otorgan por meritocracia y los líderes actúan como coordinadores. Busca un ambiente estable, donde las tareas y funciones están bajo control porque lo principal son las normas y políticas que se deben cumplir (Cameron & Quinn, 1999).

4. Metodología

La presente investigación se realizó siguiendo las siguientes fases: (i) referenciación de cultura, cultura organizacional, cultura de innovación y el modelo de Cameron y Quinn; (ii) realización de grupo focal para identificar el tipo de cultura al que pertenece SENNOVA (iii) diseño y aplicación de instrumento de medición del nivel de apropiación del tipo de cultura identificada y (iv) propuesta de acciones de intervención y fomento de la cultura de innovación.

En ese sentido la investigación realiza el diagnóstico de la cultura organizacional encaminada a la innovación que hay en SENNOVA Centro de Comercio, partiendo de la identificación de los rasgos culturales presentes en los miembros de esta unidad, teniendo en cuenta las dimensiones del modelo de Marco de Valores en Competencia (MVC) de Cameron & Quinn (1999), sus tipos de cultura, las definiciones dadas en párrafos anteriores y los elementos y características que definen a la cultura de innovación.

4.1. Caracterización del área de estudio

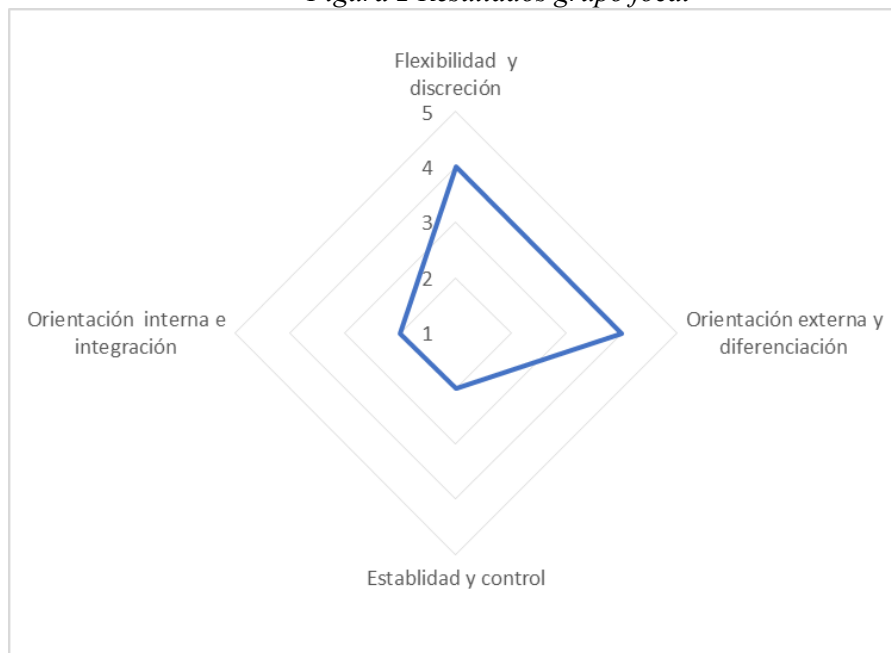
El SENA, a través del Sistema de investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) propende por el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas y regiones, impactando la capacidad de las mismas en el mejoramiento de sus productos y/o procesos, con la incorporación de nuevas tecnologías o nuevos conocimientos en los procesos propios de las empresas, articulando la investigación para la formación profesional integral y la formación para el trabajo. Para lograr este propósito orienta una línea programática denominada Apropiación y Cultura la cual pretende incrementar la producción académica, creación de eventos de divulgación y participación de investigadores y estudiantes en congresos, simposios, seminarios, conferencias, entre otros, para socializar los resultados de actividades de investigación, innovación y/o desarrollo tecnológico con el fin de fortalecer y estimular la escritura científica, la documentación de la investigación aplicada y desarrollo experimental en los Centros de Formación garantizando que cada uno de los integrantes de los Grupos de Investigación cuente con producción académica, que al realizarse de manera sistemática logre en el mediano plazo consolidar una cultura de investigación (SENA, 2019).

4.2. Aplicación del instrumento

Se realizó un grupo focal con el personal administrativo y el equipo de investigadores de SENNOVA en el año 2018, el cual está conformado por trece personas. Se indagó sobre los criterios propuestos por Cameron & Quinn (1999) obteniéndose que SENNOVA en el modelo (MVC), se ubica en la primera dimensión, en los criterios de flexibilidad y discreción y en la segunda dimensión, sus valores apuntan a la orientación externa, como se visualiza en la Figura 2, lo anterior lleva a que la unidad pertenezca a uno de los cuatro tipos de cultura organizacional definidos en el modelo, denominado cultura adhocrática, pues este tipo de cultura es la que apoya la innovación y proporciona un entorno de creatividad y

experimentación, razón por la cual, esta unidad considera importante el dinamismo y la diferenciación, este resultado guarda una estrecha coherencia con el propósito de SENNOVA que es fortalecer la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Figura 2 Resultados grupo focal



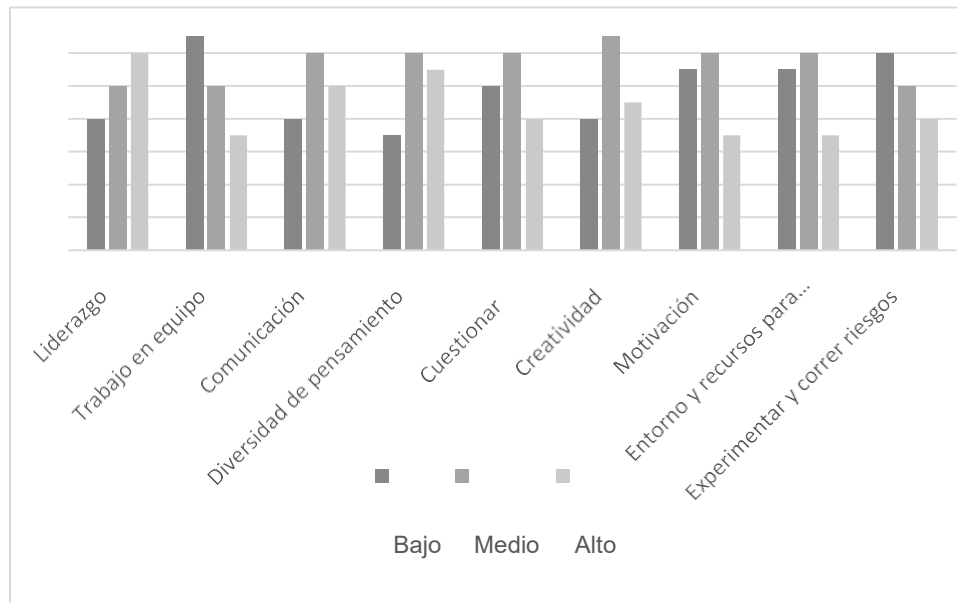
Fuente: Elaboración propia

4.3. Evaluación de la cultura identificada

A partir del resultado anterior en el que se identificó que SENNOVA pertenece a la cultura adhocrática por su inclinación hacia los procesos de innovación, sin embargo para medir el nivel de apropiación de las características propias de esta cultura se diseñó un instrumento que evaluó los siguientes criterios: liderazgo, trabajo en equipo, comunicación, diversidad de pensamiento, cuestionamiento, creatividad, motivación, entorno y recursos para innovar y experimentación y asumir riesgos (Morales, 2013) y (Cornejo, 2009), siendo estos los elementos de la cultura de innovación descrita en el tipo de cultura definida en el modelo referente.

El instrumento consta de una encuesta que se puede observar en el siguiente enlace <https://goo.gl/forms/uhpcoHzcdCk0wV0D2> (ver Anexo 1) y tiene la descripción de cada uno de los elementos de la cultura de innovación basados en el tipo de cultura. Se calificó en una escala de bajo, medio o alto y se promediaron los resultados como se muestran en el Figura 3.

Figura 3 Evaluación de la cultura organizacional en SENNOVA



Fuente: Elaboración propia

4.4. Propuesta de acciones de fomento e intervención

Con los resultados de la encuesta expuesta en el anterior, se dan a conocer las fortalezas y debilidades de SENNOVA Centro de Comercio en cuanto a su cultura organizacional encaminada a la innovación. En este caso se percibe un nivel medio en la calificación de la mayoría de los elementos evaluados, el diagnóstico arroja una cultura organizacional encaminada a la innovación débil especialmente en el trabajo en equipo, la motivación y el entorno y recursos para innovar, por lo tanto, debe ser intervenida mediante acciones que se pueden aplicar a sus integrantes para fortalecerla y que se apropien de ella.

En la Tabla 1 se proponen las acciones generales para mejorar cada nivel, fomentar la innovación en el equipo de trabajo y fortalecer cada elemento evaluado en la encuesta, de modo que la institución evaluada en esta investigación pueda acatar las acciones recomendadas para el nivel medio y bajo, tal y como arrojó su diagnóstico.

Tabla 1 Propuesta de acciones de fomento e intervención

Elemento	Nivel	Acción
Liderazgo	Bajo	Contratar personas capacitadas que realmente tengan conocimiento de los temas en los que van a trabajar, para que proponga acciones que no se hayan tenido en cuenta.
	Medio	Definir un líder o líderes que sirvan de guía, orienten los proyectos, gestionen recursos y sean un canal para la comunicación entre el equipo y las directivas.

	Alto	Delegar responsabilidades a otras personas cuando sea necesario; velar por el bienestar del equipo; escuchar las ideas, propuestas y opiniones de todos los miembros del equipo; tratar de anticiparse a los problemas y motivar al equipo a hacer su trabajo lo mejor posible. Estas no solo son funciones del líder del equipo, sino que las deben adquirir todos.
Trabajo en equipo	Bajo	Definir actividades como desayunos de trabajo o iniciativas similares que se vuelvan habituales y son convocadas para compartir experiencias y cuestiones relativas al trabajo que llevan a la integración del equipo y aprender unos de otros.
	Medio	Implementar las actividades de integración donde se intercambien ideas libremente y cada persona ofrezca sus conocimientos y habilidades para generar el trabajo colaborativo.
	Alto	Usar herramientas informáticas para acceder a los datos y mejorar la comunicación, de manera que se tenga acceso a la información desde cualquier lugar, facilitando el trabajo remoto con las personas en tiempo real.
Comunicación	Bajo	Crear un plan de comunicación para el equipo de trabajo donde cada subgrupo tenga la posibilidad de exponer los avances de sus proyectos, las complicaciones y los logros obtenidos.
	Medio	Implementar el plan de comunicación, desarrollando reuniones periódicas en las cuales el equipo se vaya enterando de la ejecución de los proyectos y se genere un ambiente colaborativo y de confianza.
	Alto	Darle uso a las herramientas informáticas como carpetas compartidas en la nube, con el fin de gestionar la información y documentación de los proyectos, para que sean visibles para el equipo.
Diversidad de pensamiento	Bajo	Sensibilizar a todo el equipo sobre el respeto por las opiniones de los demás, tanto para las reuniones como para los demás asuntos laborales, y la posibilidad de discutir cada tema propuesto e intercambiar ideas de mejoras o propuestas entre los miembros del equipo.
	Medio	Definir un plan trabajo, en el cual las actividades para el desarrollo de los proyectos tienen responsabilidades compartidas.
	Alto	Generar alianzas con grupos de investigación y empresas para la formulación y ejecución de los proyectos, igualmente redes profesionales para apoyar desde la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación los productos y/o servicios que ofrece la organización.
Cuestionar	Bajo	Sensibilizar a los miembros del equipo mediante conferencias o talleres para que analicen la forma como se desarrollan los proyectos y discutan la mejor manera de ejecutarlos para llegar a posibles mejoras.
	Medio	Motivar a los miembros del equipo a ser autónomos y decidir lo que deben hacer, cómo cumplir sus metas, aceptar retos para salir de la zona de confort y no tomar decisiones antes de evaluar las situaciones.
	Alto	Permitir la discusión, integración y las críticas constructivas entre los integrantes del equipo, con el fin de que se articulen y se dé el intercambio de ideas y conocimiento.

Creatividad	Bajo	Crear mecanismos para atrapar ideas, como lanzar retos para encontrar mejoras a problemas específicos, diseñar cursos, talleres o conferencias, con el fin de desarrollarlos activamente, escuchar nuevas propuestas y capturar ideas de valor, para ser desarrolladas como futuros proyectos.
	Medio	Implementar en el equipo de trabajo los mecanismos y metodologías para atrapar ideas, donde participen todos los miembros exponiendo sus aportes, para que sean posibles proyectos por ejecutar.
	Alto	Seleccionar las ideas más novedosas o importantes para el mejoramiento del área de trabajo, madurarlas y buscar la forma adecuada de desarrollarlas para formular uno o varios proyectos.
Motivación	Bajo	Diseñar un plan de incentivos para tener en cuenta a las personas, en el cual se pueda hacer reconocimiento a su talento creativo e innovador, mediante cursos de formación y elogios ya sean salariales, recompensas monetarias, reconocimiento, reputación, etc.
	Medio	Implementar el plan de incentivos, arrojando retos en los cuales los trabajadores puedan participar con sus ideas y sentirse motivados por los incentivos que se les ofrece, los cuales pueden ser simbólico, por ejemplo, acumular algo para obtener días libres, donde el reconocimiento sea público y los incentivos privados, porque estos reconocimientos informales fomentan el espíritu colectivo y promueven el flujo de ideas.
	Alto	Hacer seguimiento a los trabajadores que participan en el proceso de ideación y formulación de proyectos, gracias a los incentivos que se les ofrece.
Entorno y recursos para innovar	Bajo	Definir espacios en el área de trabajo que permiten el contacto de las personas, la discusión, las charlas informales entre colegas, el intercambio de conocimiento, etc. Un espacio para pensar diferente y que cuente con herramientas lúdicas para despejar la mente, que lleven a solucionar problemas o generar ideas que se conviertan en proyectos.
	Medio	Diseñar y ejecutar actividades que se realicen con el equipo de trabajo en el espacio definido, que lleven a la generación de ideas y posibles formulaciones de proyectos.
	Alto	Darle uso constante al espacio definido, en el cual se pueden hacer a parte de actividades lúdicas que despejen la mente, reuniones de seguimiento de los proyectos.
Experimentar y correr riesgos	Bajo	Sensibilizar a todos los miembros del equipo que pueden aportar ideas y que los errores no van a ser castigados siempre que sean para cumplir un objetivo y se tenga una solución inmediata al presentarse fallas.
	Medio	Estimular la mente de las personas mediante imágenes y presentaciones que ayuden a despejarla y les permita ser más creativos al formular los proyectos que deseen ejecutar.
	Alto	Permitir que los integrantes del equipo experimenten y enfrente riesgos y den sus aportes cuando estén ejecutando los proyectos, lo cual lleva al éxito de su desarrollo.

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

La investigación centró su interés en realizar el diagnóstico de la cultura organizacional en la unidad de I+D+i del Centro de Comercio Regional Antioquia - SENA. Para lograr lo anterior se tuvo en cuenta el modelo denominado Marco de Valores en Competencias (MVC) de Cameron y Quinn y los aspectos teóricos que describen la cultura organizacional y la cultura de innovación.

Se encontró que la unidad objeto de estudio presenta un tipo de cultura adhocrática propio de un sistema de investigación, desarrollo e innovación. Dado que los miembros no están inmersos en un ambiente controlado, prefieren una forma de trabajo más propositiva, enfatizan en el cambio, buscan hacer las cosas diferentes, generar nuevas propuestas y se les permite experimentar.

Pese a lo anterior, el nivel de apropiación de las características propias de la cultura adhocrática presenta en promedio un nivel medio por parte de los integrantes de la unidad, por lo que se recomienda implementar todas las acciones propuestas en el equipo con el fin de que su cultura organizacional se convierta en el impulsor más fuerte de la innovación, llevar a cabo otra medición después de seis meses de la implementación para hacer un seguimiento y aplicar el instrumento de medición en las demás áreas de la organización.

6. Referencias

- Alcina, J. (1989). *Arqueología antropológica* (Ediciones). Madrid.
- Cameron, K., & Quinn, R. (1999). *Diagnosing and Changing Organizational Culture. Based on the Competing Values Framework*. Jossey-Bass.
- Castro, A., & Cotes, A. (2005). *La creatividad y la innovación como base de la cultura organizacional*. Universidad de la Sabana. Retrieved from <http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/6758/125583.pdf?sequence=1>
- Castro, E., & García, A. (2014). *culturas científicas e innovadoras*.
- Chiavenato, I. (2009). *Comportamiento organizacional*. (Mc Graw Hill, Ed.), *Animal Genetics* (2nd ed., Vol. 39). Mexico D.F.
- Claver, E., Llopis, J., Garcia, D., & Molina, H. (1998). Organizational culture for innovation and new technological behavior. *The Journal of High Technology Management Research*, 9(1), 55–68. [https://doi.org/10.1016/1047-8310\(88\)90005-3](https://doi.org/10.1016/1047-8310(88)90005-3)
- Cornejo, M. (2009). *La cultura de innovación*. (Editorial CIEMAT, Ed.). Madrid.
- Cornejo, M., & Muñoz, E. (2012). Percepción de la innovación: cultura de la innovación y capacidad innovadora. *Pensamiento Iberoamericano*, 5, 1–147. Retrieved from <http://www.pensamientoiberoamericano.org/articulos/5/118/0/percepci-n-de-la-innovaci-n-cultura-de-la-innovaci-n-y-capacidad-innovadora.html>
- Crespo Jaramillo, S. (2017). *La cultura de innovación como modo de relación en grupos de investigación de la UPB Medellín*. Universidad Pontificia Bolivariana. Retrieved from https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3508/LA_CULTURA_DE_INNOVACION_COMO.pdf?sequence=1
- Deal, T., & Kennedy, A. A. (1985). *Culturas corporativas: ritos y rituales de la vida organizacional*. Fondo educativo interamericano.
- Fernández, M. J. (2005). La innovación como factor de calidad en las organizaciones educativas. *Educación XXI*, 8.
- Gálvez, E., & García, D. (2012). Impacto de la innovación sobre el rendimiento de la mipyme: Un estudio empírico en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 28(122), 11–27. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70191-2](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70191-2)

- García, A., García, J. M., & Piñeiro, P. (2010). Incidencia De Las Políticas De Recursos Humanos En La Transferencia De Conocimiento Y Su Efecto Sobre La Innovación. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 16(1), 149–163. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60007-0](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60007-0)
- García, N. (2004). *Diferentes, desiguales y desconectados* (Gedisa). Barcelona.
- Gutierrez, J. (2011). Estrategias para desarrollar la cultura de la innovación. Retrieved from [http://www.eafit.edu.co/cice/emprendedores-eafit/Documents/Artículo Kimberly Clark.pdf](http://www.eafit.edu.co/cice/emprendedores-eafit/Documents/Artículo%20Kimberly%20Clark.pdf)
- Hunter, J. (1999). *La paradoja*. (Empresa activa, Ed.).
- Jarrar, N. S., & Smith, M. (2014). Innovation in entrepreneurial organisations: A platform for contemporary management change and a value creator. *British Accounting Review*, 46(1), 60–76. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2013.07.001>
- Koontz, H. (2007). *Elementos de administración: un enfoque internacional* (Séptima). México: Mc Graw Hill.
- Marín, A. lucas. (1997). *La comunicación en la empresa y en las organizaciones*. (Bosch Casa Editorial, Ed.). Barcelona.
- Martín, G., Delgado, M., Navas, J. E., & Cruz, J. (2013). The moderating role of innovation culture in the relationship between knowledge assets and product innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(2), 351–363. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.08.012>
- Mesa, J. (2012). Generación y captura de ideas: Un reto para la innovación. Retrieved from <http://www.eafit.edu.co/cice/emprendedores-eafit/Documents/Generacion-y-Captura-de-Ideas-Un-Reto-para-la-Innovacion.pdf>
- Morales, M. (2013). *Adiós a los mitos de la Innovación. Una guía práctica para innovar en América Latina*. Innovare.
- Naranjo, J. C., & Calderón, G. (2015). Construyendo una cultura de innovación. Una propuesta de transformación cultural. *Estudios Gerenciales*. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.12.005>
- Pizarro, I., Real, J. C., & de la Rosa, M. D. (2011). La incidencia del capital humano y la cultura emprendedora en la innovación. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 14(3), 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2010.09.001>
- Robayo, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7(16), 125–140. <https://doi.org/10.1016/J.SUMNEG.2016.02.007>
- Robbins, S. (2004). *Comportamiento organizacional* (Décima). México: Pearson Educación.
- Ruiz, Y. B., & Naranjo, J. C. (2012). La investigación sobre cultura organizacional en Colombia : una mirada desde la difusión en revistas científicas. *Diversitas: Perspectivas Psicológicas*, 8(2), 285–307. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/9227/>
- Schein, E. (1996). *Organizational Culture and Leadership*. (Wiley, Ed.) (2nd ed.). Michigan.
- Schilling, M. A. (2008). *Dirección estratégica de la innovación tecnológica*. (McGraw-Hill Interamericana de España S.L., Ed.) (2nd ed.).
- SENA. (2019). *Plan de acción. Lineamientos operativos 2019*. Colombia.
- Serna, H. (2008). *Gerencia estratégica: teoría, metodología, alineamiento, implementación y mapas estratégicos*. (3R Editores, Ed.) (10th ed.). Bogotá.
- Shelton, R. (2016). These Five Behaviors Can Create an Innovation Culture. Retrieved from <http://www.strategy-business.com/blog/These-Five-Behaviors-Can-Crete-an-Innovation-Culture?gko=85549>
- Souto, J. E. (2015). Gestión de una cultura de innovación basada en las personas. *Journal of Technology Management and Innovation*, 10(3), 60–65. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242015000300007>
- Tellis, G. J., Prabhu, J. C., & Chandy, R. K. (2009). Examining the role of corporate culture in innovation. *Journal of Marketing*, 73(1).
- The boston consulting group. (2017). Seven crucial levers for culture change. Retrieved from <https://www.bcg.com/expertise/capabilities/people-organization/seven-crucial-levers-culture-change.aspx>
- UNESCO. (1982). Cultura y Desarrollo. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/cultura/culture-and-development/>
- Urgal, B., Quintás, M. Á., & Toméa, R. A. (2011). Conocimiento tecnológico, capacidad de innovación y desempeño innovador: El rol moderador del ambiente interno de la empresa. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 14(1), 52–66. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2011.01.004>

- Uribe, H. (2011). CULTURA , MODO DE RELACIÓN. *Cuestiones Teológicas*, 38(90), 269–291.
- Zhang, Y., & Zhou, Y. L. (2012). An Empirical Study on Innovative Culture from the View of Educational Factors. *Energy Procedia*, 17, 700–705. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.158>
- Zhou, A. (2017). Improving company culture is not about providing free snacks. Retrieved from https://www.strategy-business.com/blog/Improving-Company-Culture-Is-Not-About-Providing-Free-Snacks?gko=14d54&utm_source=itw&utm_medium=20170801&utm_campaign=resp

7. Anexos

Anexo 1 Encuesta Cultura organizacional encaminada a la innovación

Durante la investigación denominada "DIAGNÓSTICO DE UNA CULTURA ORGANIZACIONAL ENCAMINADA A LA INNOVACIÓN" se identificó que SENNOVA

desde su misión institucional presenta una inclinación hacia la cultura adhocrática, sin embargo para fortalecer los resultados obtenidos le solicitamos amablemente como miembro del equipo SENNOVA responder a las siguientes preguntas, de acuerdo con lo que considere apropiado, según el nivel de apropiación de este tipo de cultura en una escala de Bajo, Medio o Alto. Con estos resultados se pondrán acciones de intervención y fomento.

Cultura adhocrática: Es un tipo de cultura organizacional basada en la investigación, creatividad y capacidad de asumir riesgos para llegar a la innovación y el cambio continuo

1. Si entendemos Liderazgo por contar con líderes que sean una guía, comuniquen y se comprometan con la innovación, estimulando así una cultura innovadora, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

2. Si entendemos trabajo en equipo por actividad que se realiza de manera colectiva para cumplir un objetivo, en que escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

3. Si entendemos Comunicación por intercambio de información de manera consciente y atenta entre dos o más participantes, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

4. Si entendemos Diversidad de pensamiento por promover los equipos multidisciplinarios, a personas que participen con sus ideas y las conexiones y alianzas con personas y empresas externas, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

5. Si entendemos Cuestionar por permitir que se cuestione y analice objetivamente la forma como se hacen las cosas para no caer en una zona de confort, es importante escuchar a las personas que quieren hacer las cosas diferentes, esto estimula la discusión y los puntos de vista contrarios, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo

- Medio
- Alto

6. Si entendemos Creatividad por trabajo mental para crear y formar ideas libremente para solucionar problemas, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

7. Si entendemos Motivación por atraer, retener, estimular, incentivar y reconocer el talento y el esfuerzo creativo e innovador de las personas, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

8. Si entendemos Entorno y recursos para innovar por espacios y momentos que se brindan en el lugar de trabajo para generar ideas que solucionen problemas, que estimulen a la gente a pensar de manera diferente y permitir que las personas dediquen tiempo y energía a la innovación, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

9. Si entendemos Experimentar y correr riesgos por tener un ambiente donde se pueda experimentar, no castigar los errores, no tener miedo a los fracasos y ser tolerantes a ellos para que suceda la innovación, en qué escala se encuentra su organización.

- Bajo
- Medio
- Alto

De la prospectiva a la toma de decisiones estratégicas en el SENA. Caso del Centro de Biotecnología Industrial

Constanza Montalvo Rodríguez

Centro de Biotecnología Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Palmira, Valle
cmontalvor@sena.edu.co

Ginna Alejandra Ordóñez Narváez

Centro de Biotecnología Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Palmira, Valle
gaordonez@sena.edu.co

Jesús Afranio Cabal Lavado

Centro de Biotecnología Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Palmira, Valle
jacabal@sena.edu.co

Johnnatan Andrés Figueroa Hidalgo

Centro de Biotecnología Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Palmira, Valle
johnnatan.figueroa@sena.edu.co

Resumen

Durante el 2017 el Centro de Biotecnología Industrial (CBI), del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Valle, Colombia, desarrolló el estudio de Prospectiva Sectorial de la Biotecnología Agroindustrial, en el cual se analizaron los antecedentes científicos y tecnológicos a nivel internacional, nacional y regional, relacionados con los conceptos de Agroindustria y Biotecnología, enmarcados en las cadenas productivas priorizadas para la Región Pacífico, que permitieron realizar un análisis estratégico, la priorización y la determinación de variables y tendencias, discutidas luego en un panel de expertos para la construcción de escenarios futuros posibles y alcanzables para el CBI. Aunque históricamente la industria azucarera ha sido motor de desarrollo para la región, existen otras agroindustrias con potencial de desarrollo a mediante de la aplicación de procesos biotecnológicos, que potencialmente pueden contribuir al desarrollo y competitividad de la región. Por tanto, se definió como escenario apuesta: “Más allá de la caña de azúcar”, que después de construido llevó, entre 2018 y 2019, a la puesta en marcha de la estrategia: Fomentar la creación de biofábricas en los pequeños productores para generar insumos de uso sustentable, a través de la formulación de proyectos de Ciencia y Tecnología alineados con las temáticas identificadas como pertinentes para la región. El desarrollo de estos proyectos ha logrado la articulación de la formación profesional con diferentes programas internos del SENA, promoviendo la formación interdisciplinaria y con resultados que están siendo transferidos a unidades productivas rurales, con la ejecución de proyectos de investigación e innovación en cacao y agricultura sostenible y urbana, con la participación de aprendices de diversos programas de formación articulados a los Semilleros de Investigación del Centro de Formación. El objetivo de este documento es presentar los resultados de la implementación de la estrategia identificada y sus principales efectos en el desarrollo institucional.

Palabras clave

Prospectiva, Biotecnología Agroindustrial, Seguridad Alimentaria, Planeación Estratégica

1. Introducción

Los estudios de prospectiva se han desarrollado durante varias décadas para identificar el pronóstico tecnológico del futuro, siendo utilizados tanto en el sector privado como en el público a nivel mundial desde mediados de los años cuarenta. Sin embargo, varios autores reconocen que existe una brecha entre la práctica y las decisiones tomadas antes, durante y después del proceso de prospectiva (A. D. Andersen & Andersen, 2014, 2017; P. D. Andersen, Andersen, Jensen, & Rasmussen, 2014)

La prospectiva tiene un vínculo con la gestión estratégica y debe entenderse como los procesos que ayudan a los tomadores de decisiones a trazar el curso de acción futuro de las empresas, mejorando la planificación a largo plazo, identificando alertas tempranas de cambio, mejorando el proceso de innovación y mejorando la velocidad de reacción ante el cambio ambiental (Iden, Methlie, & Christensen, 2017).

La prospectiva implica la anticipación y exploración de diferentes futuros posibles y deseables, así como un despliegue de capacidades que permiten la construcción social para convertir el futuro en un proyecto viable, a través de diferentes métodos que hacen posible la identificación de escenarios futuros a partir del análisis de tendencias mundiales y la definición de estrategias viables (PREVIOS, 2017a).

Como parte del Direccionamiento Estratégico, la oficina de Planeación del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, formuló en 2017 el Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional (PREVIOS), con el fin de incorporar a su planeación institucional, instrumentos de anticipación que mejoren su capacidad de reacción ante los cambios acelerados del país, impactando el desarrollo social y productivo de las regiones con mayor calidad y pertinencia en la oferta de servicios, dejando la tarea a los Centros de Formación (CF) del SENA a nivel nacional de prepararse para el futuro.

Más allá de la identificación de un futuro posible y las estrategias para afrontarlo, el verdadero reto que deben asumir los CF es la apropiación de estos resultados por parte de los diferentes actores de su ecosistema y trascender a la toma de decisiones estratégicas, que permitan el desarrollo institucional, articulando los diferentes procesos estratégicos, misionales y de soporte del SENA, y optimizando los recursos en pro de la prestación de servicios de calidad de manera oportuna, pertinente y a la medida de las necesidades de los diferentes sectores empresariales de la región. Alineándose además a las políticas nacionales, regionales y locales, contribuyendo así al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Centro de Biotecnología Industrial (CBI) del SENA Regional Valle, ubicado en la ciudad Palmira, desarrolló el estudio de Prospectiva Sectorial de la Biotecnología Agroindustrial, partiendo desde su realidad actual, cuyo enfoque en los últimos años era principalmente la industria azucarera y de los biocombustibles, hacia las necesidades de la región, con alto potencial de desarrollo en agroindustria (SENNOVA & CBI, 2018).

La dinámica interna del ecosistema del CBI, conformada por la subdirección, líderes de procesos misionales, de soporte y estratégicos ha evolucionado en los últimos años mediante diversas acciones de gestión y promoción de la cultura institucional y de la cultura de la innovación, lo cual ha permitido la articulación de los diferentes actores para el logro de objetivos comunes y el alcance de las metas institucionales. Por tanto, la existencia del Sistema

PREVIOS y la directriz nacional de acogerlo como piloto en el 2017, se identificó como una oportunidad para optimizar y acelerar los procesos de crecimiento y fortalecimiento institucional que ya venían en desarrollo.

El estudio de Prospectiva Sectorial del CBI se desarrolló siguiendo la metodología propuesta por el Sistema PREVIOS (PREVIOS, 2017b) con el apoyo del Instituto de Prospectiva de la Universidad del Valle. Se realizó vigilancia tecnológica, analizando cuatro dimensiones: (1) tendencias mundiales, (2) cambios tecnológicos, (3) cambios socioculturales y (4) económicos, que permitieron la construcción de una matriz con 20 Fortalezas, 29 Oportunidades, 13 Debilidades y 34 Amenazas (FODA), para un subtotal de 96 factores, que luego fueron depurados y priorizados en 28 factores que se sometieron a la evaluación por parte de un panel de expertos en Biotecnología Agroindustrial, provenientes del sector académico, empresarial y del SENA, quienes emplearon el Ábaco de Regnier para la formulación de escenarios y estrategias. Se formularon 4 escenarios y 8 estrategias posibles, de las cuales dos se definieron como factibles para afrontar cualquiera de los cuatro escenarios según la metodología de análisis de flexibilidad estratégica (SENNOVA & CBI, 2018).

Terminado el ejercicio de Prospectiva Sectorial y, obtenidas las orientaciones para ir “más allá de la caña de azúcar”, “fomentando la creación de biofábricas en los pequeños productores para la generación de insumos de menor costo y de uso sustentable”, surgen la siguiente pregunta: ¿Cómo pasar de los escenarios y las estrategias a la toma de decisiones que permitan recorrer el camino hacia la construcción del futuro deseable?

2. Metodología

2.1. Talento Humano

El CBI es un Centro Multisectorial, que ofrece programas de formación en áreas de Industria, Comercio y Servicios, además de programas de extensionismo rural y asistencia técnica al campo como SER y AgroSENA, brindando cobertura no solo en la ciudad de Palmira, sino también a los municipios de Florida, Pradera, Candelaria y El Cerrito, con instructores de diferentes disciplinas y áreas del conocimiento. Cuenta con el Grupo de Investigación e Innovación en Biotecnología – BITI, conformado por 5 Investigadores Junior, 2 Estudiantes de Maestría y 29 profesionales universitarios. Al igual que el CBI, es un grupo multidisciplinario con 7 líneas de investigación: 1. Biotecnología agroindustrial; 2. Desarrollo de Normas Técnicas de competencia laboral; 3. Desarrollo tecnológico, Diseño, Automatización y Análisis y Desarrollo de Software; 4. Emprendimiento, Comercio y Servicios; 5. Gestión de los procesos biotecnológicos; 6. Gestión medio ambiental y 7. Línea multidisciplinaria de la Formación Profesional Integral. El grupo se articula con la formación profesional a través de 7 semilleros de investigación conformados por instructores, investigadores y aprendices de los diferentes programas de formación.

2.2. De lo estratégico a lo operativo

Se adoptó una metodología de investigación exploratoria, cuyo objetivo es desarrollar conocimientos teóricos sobre la aplicación de la prospectiva como herramienta de planeación estratégica en el contexto operativo de un Centro de Formación del SENA, se seleccionaron 4 proyectos de investigación desarrollados durante 2018 y 2019 como modelo para demostrar

cómo pasar de lo estratégico a lo operativo. Los cuatro proyectos contaron con la participación de equipos multidisciplinarios y articularon diferentes equipos multidisciplinarios del SENA, entre ellos:

- El Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, el cual gestiona las actividades de I+D+i a través de grupos y semilleros de investigación, conformados por talento humano con alto nivel de formación, que han fortalecido las capacidades de los CF para asumir el reto de la implementación del Sistema PREVIOS.

- El programa Sena Emprende Rural SER que busca promover la generación de ingresos para la población rural, a través de acciones de formación para el desarrollo y fortalecimiento de capacidades y competencias, así como el acompañamiento de las iniciativas productivas rurales orientadas al autoconsumo, los negocios rurales y/o la creación empresa.

- El programa AgroSena, que nació como una iniciativa para contribuir al desarrollo y modernización de la producción agropecuaria en el país a través de la formación, con el fin de promover el desarrollo tecnológico sectorial.

- El proceso de Formación Profesional Integral que brinda Programas de formación por competencias, asegurando el acceso, pertinencia y calidad para incrementar la empleabilidad, la inclusión social y la competitividad de las empresas y del país. En este sentido, cada proyecto vinculó instructores y aprendices de al menos 2 o más programas de formación. La articulación con los proyectos de investigación se realizó de tres formas diferentes: 1. Mediante la vinculación de aprendices en etapa lectiva a los semilleros de investigación. 2. Mediante contrato de aprendizaje SENNOVA y 3. Incluyendo como proyecto formativo parte del proyecto de investigación, desarrollando las competencias y resultados de aprendizaje a través del proyecto de investigación. Dentro de este proceso se consideraron también las necesidades de Gestión de la Calidad en la Formación, considerando la necesidad de dar alcance a los requerimientos de Registro Calificado, priorizando la participación de aquellos programas de formación de nivel Tecnólogo.

La temática de cada proyecto debía estar entre las áreas identificadas como prioritarias para la Biotecnología Agroindustrial de la región en el estudio de prospectiva e incluir el desarrollo de un producto o proceso innovador y en lo posible beneficiara a un pequeño productor. Para ello, se convocaron conferencias para divulgar los resultados del estudio de prospectiva, las convocatorias SENNOVA 2017 y 2018 y se realizó acompañamiento por parte del equipo SENNOVA (Líder e instructores) para la formulación de los proyectos por parte de los equipos multidisciplinarios. La tabla 1 describe los proyectos que se analizarán como parte de la implementación de la estrategia.

Tabla 1 Proyectos SENNOVA alineados con el estudio de prospectiva

Año	Título del proyecto	Código de proyecto	Equipo de trabajo
2018	Mejoramiento de la cadena agroindustrial de Biocacao como estrategia para el post conflicto a través de biotecnología aplicada al proceso de fermentación del grano. “Biocacao Fase I”	SGPS-2101-2017	1 Líder Sennova 1 Instructor Sennova 2 Instructores SER
			1 Líder AgroSENA 1 Instructor AgroSENA 1 Asistente de investigación 1 Estadístico 4 Instructores y 5 aprendices de las áreas de formación en: Biotecnología, Ambiental, Producción, Mercadeo. Semilleros de Investigación: SABI, BIOMA, PSI, BIOAGRO
2018	Fomento del consumo consciente y responsable de frutas y verduras a través de una aplicación móvil para contribuir con la seguridad alimentaria sin intermediarios entre productor y consumidor en la Ciudad de Palmira y su zona de influencia. “App del Campo”	SGPS-2257-2017	1 Líder Sennova 4 Instructores de Sistemas 3 Instructores de Mercadeo 1 Instructor de logística 1 Instructor de Contabilidad 1 Estadístico 1 Instructor SER PSI, SINTEA
2019	Mejoramiento de la cadena agroindustrial de cacao a través de la transferencia de tecnología en el proceso de fermentación del grano. “Biocacao Fase II”	SGPS-3394-2018	1 Líder Sennova 3 investigadores 4 instructores y 7 aprendices de las áreas: Biotecnología, Gestión administrativa, ambiental Semilleros de Investigación: SABI, BIOMA, PSI, BIOAGRO
2019	Sistema de automatización de producción vegetal Z-Farming a través de articulación de formación multidisciplinaria: una estrategia de innovación e investigación en agricultura sostenible	SGPS-3622-2018	8 aprendices y 5 instructores de las áreas Mantenimiento electromecánico industrial, Sistemas, Diseño de productos industriales, Gestión de Mercados. 2 Investigadores Semilleros de investigación: SINTEA, PSI

Fuente: Elaboración propia.

El seguimiento de los proyectos se realizó cada dos meses durante el año 2018 y hasta junio de 2019 mediante informes bimensuales, los cuales muestran el avance en el cumplimiento de los objetivos de cada proyecto y el impacto en la comunidad interna y externa del CBI, analizando con el equipo de prospectiva el alcance en la adopción de la estrategia definida en 2017.

2.3. Toma de decisiones estratégicas

Las decisiones estratégicas son aquellas consideradas irreversibles, que implican alto costo, alto impacto. Para el presente estudio se consideraron decisiones estratégicas la priorización de proyectos en las convocatorias SENNOVA 2018 y 2019, la vinculación de personal para el desarrollo de los proyectos y la vinculación de instructores a los programas AgroSena y SENNOVA para el 2019 en modalidad de contratación, además de los que ya se tenían a partir de la convocatoria de temporales 2017 en estos dos programas.

3. Resultados y Discusión

Para dar alcance a la estrategia de “Fomentar la creación de biofábricas en los pequeños productores para generar insumos de uso sustentable”, durante las convocatorias SENNOVA 2017 y 2018 para financiación de proyectos de Investigación e Innovación con ejecución en 2018 y 2019, respectivamente, se consideraron como temas para algunos de los proyectos priorizados aquellos explorados e identificados como pertinentes para la región en el estudio de Prospectiva Sectorial de la Biotecnología Agroindustrial, específicamente relacionados con Biotecnología aplicada a la mejora en la transformación de cacao y seguridad alimentaria. A continuación, se menciona la trayectoria de cada proyecto y sus impactos en la comunidad.

3.1. Proyecto Biocacao

Biocacao es una unidad productiva conformada por 12 productores artesanales de cacao ubicados en la vereda La Unión del municipio de Florida, Valle del Cauca, Colombia, reconocido como uno de los municipios priorizados para el posconflicto. Desde el año 2016, el CBI inició la atención a Biocacao a través del programa SER, brindando formación complementaria que contribuyó a la mejora de sus prácticas agrícola en el manejo del cultivo del cacao y otros productos agrícolas. Para 2017, se habían identificado otras necesidades de Biocacao para fortalecer sus procesos de transformación como lo relacionado con el proceso de fermentación y mejora en la calidad sensorial de los productos derivados del cacao.

Es aquí donde inicia la articulación de los diferentes equipos de trabajo del CBI, para sumar esfuerzos que permitieran fortalecer a pequeños productores a través de la creación de biofábricas. La integración de los equipos de trabajo se presenta en la tabla 2:

Tabla 2. Articulación de equipos de trabajo del CBI para el desarrollo del Proyecto Biocacao

Equipos CBI	2017	2018	2019
PREVIOS	Mediante estudio de prospectiva y vigilancia tecnológica identificó tendencias a nivel mundial y nacional y potencialidades de las cadenas productivas locales, con enfoque	Realiza vigilancia tecnológica de manera constante en los temas afines al proyecto y apoya la formulación de la Fase II.	Realiza vigilancia tecnológica de manera constante en los temas afines al proyecto y apoya la formulación de la Fase II.
	en biotecnología agroindustrial y la cadena del cacao.	Realiza vigilancia tecnológica como parte de la construcción del plan tecnológico en dos focos: Biotecnología Industrial y Biotecnología Vegetal, ejercicios dirigidos por Instructores Sennova con aprendices e instructores de diferentes áreas.	
SER	A partir del trabajo con las unidades productivas identificó las necesidades de Biocacao y favoreció el acercamiento a la comunidad para la formulación de un proyecto de investigación que brindara respuesta a necesidades reales de la comunidad. Se proyecta la participación de instructores SER durante la ejecución del proyecto.	Participa en la ejecución técnica del proyecto. Instructora SER recibe capacitación en el exterior sobre transformación del cacao que luego es transferida a Biocacao.	Instructores SER de otros Centros de Formación de la Regional Valle reciben transferencia de la Fase I para que continúen divulgando el conocimiento a otras unidades productivas de la Región. Se envía cartilla a instructores SER de las regionales Santander, Norte de Santander y Vichada para que repliquen la transferencia.

<p>SENNOVA</p>	<p>A partir de las necesidades de la comunidad y la experiencia de sus investigadores formulan la primera fase del proyecto Biocacao con el fin de mejorar el proceso de fermentación del grano mediante la aplicación de procesos biotecnológicos.</p>	<p>Ejecutor técnico y financiero del proyecto.</p> <p>Se logra mejorar la calidad del grano al pasar del 5% al 40% de fermentación con las primeras mejoras en el proceso.</p> <p>Se obtienen dos productos de divulgación: una cartilla ilustrada en formato impreso y digital, dirigida a los productores artesanales de cacao y un artículo científico con resultados del proyecto y 5 resúmenes presentados en Simposio (Chamorro-Rengifo, Montalvo-Rodríguez, & Ordoñez-Narváez, 2018; Gonzalez et al., 2019; Montalvo Rodríguez et al., 2018).</p> <p>Se formula la segunda fase del proyecto con el fin de transferir los resultados de la primera fase a otras unidades productivas de la región</p>	<p>Ejecutor técnico y financiero del proyecto.</p> <p>Con diferentes jornadas de transferencia se espera impactar a por lo menos 60 productores de la región hacia finales de 2019.</p> <p>Se continúa trabajando en la mejora del proceso de fermentación para incrementar el porcentaje de fermentación como mínimo al 60% al final de 2019.</p> <p>Actualmente se tiene en construcción el segundo artículo de divulgación científica con resultados del proyecto.</p> <p>Igualmente, se está formulando la Fase II del proyecto para ejecución en 2020. Al final de esta fase, posiblemente se pueda integrar el proceso de Gestión del Emprendimiento promoviendo el fortalecimiento de la unidad productiva a través de la innovación e</p>
			<p>implementación de los resultados del proyecto.</p> <p>A través de convenio de cooperación técnico con la Universidad Pontificia Bolivariana de Palmira, se adelanta el trabajo conjunto desde el área psicosocial a través del cual se pueda contribuir al desarrollo social de Biocacao.</p>
<p>AgroSENA</p>	<p>Se proyecta el acompañamiento del programa durante la ejecución del proyecto para contribuir al fortalecimiento del pequeño productor.</p>	<p>Participa en la ejecución técnica del proyecto brindando asesoría técnica a la unidad productiva para la mejora de sus procesos agrícolas y agroindustriales.</p>	<p>Al igual que el programa SER, AgroSENA ha recibido la transferencia del proyecto y la está divulgando en otros Centros de Formación.</p>

Formación Profesional Integral	Se proyecta la participación de instructores y aprendices de los programas de formación en Tecnólogos en: Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria, Gestión Ambiental, Gestión de la Producción Industrial, Gestión de Mercados o Administrativa.	Se articula con el proyecto a través de los semilleros de investigación SABI, BIOMA, PSI, BIOAGRO con la vinculación de 3 aprendices en modalidad contrato de aprendizaje y 2 en modalidad pasantía.	Continúa la articulación con los mismos semilleros, se han vinculado 2 aprendices más en modalidad de contrato de aprendizaje y 1 en monitoría. Aprendices del programa Tecnólogos en Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria desarrollan como proyecto formativo parte de las mejoras para el proceso de fermentación que luego será transferido a las unidades productivas. Aprendices del programa Tecnólogo en Gestión Administrativa adelantan el estudio de mercado de los productos derivados del cacao.
Comité Primario y subdirección	Prioriza el proyecto de acuerdo a las recomendaciones del equipo PREVIOS y SENNOVA.	De acuerdo a los resultados obtenidos en la Fase I y para dar continuidad a la estrategia prioriza la Fase II del proyecto.	Se identificó la necesidad de fortalecer los equipos SENNOVA y AgroSENA, por lo cual se toma la decisión de vincular mediante contrato de prestación de servicios a 5 instructores para que brinden asistencia técnica a través de programas de formación titulada a nivel Técnico a diferentes unidades productivas de la región. Así mismo, se vinculan 2 instructores SENNOVA que apoyen las actividades de
			investigación/formación. Se cuenta con el aval para continuar con la Fase III del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. App del Campo

Otra de las debilidades identificadas para los pequeños productores de la región a través de las unidades productivas del programa SER, es la dificultad para comercializar sus productos agrícolas debido al alto número de intermediarios antes de que lleguen al consumidor final. Del Campo es una aplicación móvil que nace de un proyecto multidisciplinario que pretende comercializar productos hortofrutícolas en búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de Palmira y su zona de influencia. La integración de los equipos de trabajo se

presenta en la tabla 3:

Tabla 3. Articulación de equipos de trabajo del CBI para el desarrollo del proyecto “App del Campo”

Equipos CBI	2017	2018
PREVIOS	Mediante estudio de prospectiva y vigilancia tecnológica identificó tendencias a nivel mundial y nacional y potencialidades de las cadenas productivas locales, con enfoque en agricultura familiar y seguridad alimentaria.	Realiza vigilancia tecnológica de manera constante en los temas afines al proyecto y se considera una segunda fase de emprendimiento, lamentablemente ninguno de los aprendices vinculados asume el reto, se espera poder promover el emprendimiento a partir de este desarrollo en un futuro cercano, contribuyendo al crecimiento de la economía naranja.
SER	A través del diálogo con los instructores se identifican necesidades potenciales de las unidades productivas y se propone la formulación del proyecto.	Se solicita a instructores del programa inventario de unidades productivas para la caracterización de proveedores, se identifican principales productos con potencial en el mercado.
SENNOVA	A partir de las necesidades de la comunidad y la experiencia de sus investigadores formulan la propuesta para la línea de innovación a presentar en la convocatoria 2017.	Líder e instructores investigadores acompañan la ejecución técnica y presupuestal del proyecto.
Formación Profesional Integral	Se identifican programas de formación, instructores y semilleros que participarán en el desarrollo del proyecto.	Mediante la articulación de los programas de formación Tecnólogo en: Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información ADSI, Gestión de Mercados, Gestión Logística, Diseño de Productos Industriales
		se da alcance a los objetivos del proyecto, vinculando 35 aprendices de los diferentes programas para el desarrollo de la aplicación, desarrollo de encuestas, estudio de mercado y diseño de la imagen de la aplicación.
Comité Primario y subdirección	Prioriza el proyecto de acuerdo a las recomendaciones del equipo PREVIOS y SENNOVA.	Recomendó la Fase II del proyecto, sin embargo no se plantea para 2019 dada la limitación de capacidades operativas de instructores y aprendices disponibles.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Proyecto Z-farming

Las ciudades se confrontan con desafíos globales tal como el crecimiento de la población, incremento de la urbanización y cambio climático. Los nuevos enfoques de nexos abordan cada vez más la interconexión de la energía, agua y comida en las ciudades, porque la desconexión espacial y temporal de la producción, el consumo y la eliminación de los alimentos conduce a largas rutas de transporte, un mayor volumen de tráfico y sistemas de calefacción, refrigeración y reciclaje de gran consumo energético. La agricultura urbana se ha considerado una solución para la adaptación del cambio climático, ya que puede desempeñar un papel significativo en la ecologización de la ciudad al tiempo que estimula la reutilización productiva de los desechos orgánicos urbanos y la reducción de la huella energética. Debido a esa realidad se planteó desarrollar un prototipo de sistema automatizado de producción vegetal como estrategia de innovación e investigación en agricultura sostenible. La integración de los equipos de trabajo se presenta en la tabla 4:

Tabla 4 Articulación de equipos de trabajo del CBI para el desarrollo del proyecto “Z-Farming”

Equipos CBI	2018	2019
PREVIOS	<p>Realiza vigilancia tecnológica como parte de la construcción del plan tecnológico en dos focos: Biotecnología Industrial y Biotecnología Vegetal, ejercicios dirigidos por Instructores Sennova con aprendices e instructores de diferentes áreas.</p> <p>A partir del foco Biotecnología Vegetal se identifica una oportunidad en innovación hacia la agricultura urbana sostenible, dando origen al presente proyecto.</p>	Actualmente en espera de completar el mapa de trayectoria tecnológica y el plan tecnológico para definir segunda fase del proyecto.
SENNOVA	Líder e Instructor Sennova formulan el proyecto Z-Farming como alternativa para la agricultura urbana.	Líder e instructores investigadores acompañan la ejecución técnica y presupuestal del proyecto.
Formación Profesional Integral	Se identifican programas de formación, instructores y semilleros que participarán en el desarrollo del proyecto.	Mediante la articulación de los programas de formación Tecnólogo en: Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información ADSI, Mantenimiento Electromecánico industrial, Diseño de productos industriales y Gestión de Mercados se da alcance a los objetivos del proyecto, vinculando 8 aprendices de los diferentes programas para el desarrollo del prototipo.

Comité Primario y subdirección	Prioriza el proyecto de acuerdo a las recomendaciones del equipo PREVIOS y SENNOVA.	Recomendó la Fase II del proyecto, actualmente en formulación para ejecución en 2020.
--------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión

Luego de dos años del estudio de prospectiva, el presente documento realiza un análisis del avance del CBI hacia la construcción del futuro deseable, a partir de la toma de algunas decisiones estratégicas que han generado impactos en la comunidad interna y externa del CF.

Algunos autores (Iden et al., 2017; Sarpong & Maclean, 2016) mencionan que la prospectiva tiene un gran potencial de contribuir al éxito de una empresa, cuando se crea un vínculo claro con la gestión estratégica y debe entenderse como los procesos que respaldan la toma de decisiones, mejoran la planificación a largo plazo, el proceso de innovación y la velocidad de reacción ante los cambios del entorno, colocando a las organizaciones en un estado de preparación, ampliando su visión para probar las tendencias sociales y tecnológicas emergentes, de manera que resulte en innovaciones que respondan a los entornos empresariales de ritmo acelerado,

Por su parte, (Sarpong & Maclean, 2016) recomiendan algunas prácticas al interior de las empresas que favorecen el aprovechamiento de los estudios de prospectiva para la planificación estratégica, entre ellas: 1. Generar relaciones entre los diversos equipos de innovación como "arquitecturas organizadoras" que determinan lo que los miembros de un equipo de innovación pueden (o no) hacer en su práctica. 2. Aprovechar el ingenio de los empleados "ordinarios" o de niveles inferiores, estimulando en ellos la realización de acciones prospectivas y generando con ellos conversaciones estratégicas sobre las potencialidades futuras y los límites de la innovación emergente. 3. Sostener conversaciones estratégicas sobre potencialidades y límites entre los miembros del equipo en sus actividades diarias, que exceden el mero intercambio de información para enfocarse en mejorar la innovación del producto y crean las bases para una toma de decisiones grupal, racional y robusta.

4. Toma de perspectiva y reflexividad en la práctica, mediante una arquitectura de organización flexible permite a los empleados temporalmente trascender sus tareas funcionales y roles para participar en decisiones estratégicas.

Al analizar las recomendaciones propuestas en el párrafo anterior y, revisando las acciones realizadas por los diferentes equipos del CBI, se observa que la interacción entre los diferentes equipos de trabajo ha permitido la conformación de una **arquitectura organizadora** al interior del CF, en la que los equipos PREVIOS y SENNOVA han convocado a participar tanto en los ejercicios prospectivos, de vigilancia tecnológica y de formulación de proyectos de investigación e innovación a toda la comunidad, siendo incluyentes con instructores, aprendices, directivos y otros funcionarios, a quienes se ha permitido su participación en diferentes espacios, sin considerarlos como empleados inferiores, sino más bien como talento humano con alto potencial de crecimiento profesional. Lo anterior, no solo ha generado los impactos ya mostrados en los proyectos desarrollados, sino también el fomento de la cultura de la innovación al interior del CF, visible como mayor número de investigadores vinculados al Grupo, diversidad e interdisciplinariedad de proyectos formulados en los últimos dos años, incremento en el número de publicaciones, incremento en el número de contratos de aprendizaje para aprendices de diferentes áreas de formación, incremento en el número de

semilleros de investigación e incremento en el número de ambientes de formación especializados para la FPI en áreas diferentes de la línea medular del CBI.

Las dinámicas generadas en los últimos dos años, han permitido la conformación de un ecosistema de innovación en el CBI, del cual hacen parte personas con diferentes perfiles profesionales, diferentes niveles de formación, experiencia y experticia, desde investigadores junior, profesionales universitarios, técnicos, tecnólogos hasta aprendices en formación que interactúan en diferentes espacios a través de conversaciones estratégicas a diferentes niveles organizacionales, incluyendo frecuentemente a la subdirección del CF, lo que permite una construcción colectiva y permanente del futuro de la entidad.

Según (Aguirre-Bastos & Weber, 2017; Osabutey & Croucher, 2018), las relaciones efectivas entre instituciones, organizaciones y gobierno son esenciales para el desarrollo económico, particularmente en los países en desarrollo, donde la transferencia de tecnología y conocimiento es una actividad fundamental para el crecimiento económico y requiere la interacción entre las instituciones, el gobierno y las organizaciones.

Para enfrentar los desafíos económicos y sociales del país, es conveniente abordar tanto la oferta como la demanda de innovación, así como la creación de capacidades de emprendimiento en las comunidades locales, para lo cual es necesario crear opciones estratégicas en una visión a largo plazo para el desarrollo inclusivo y sostenible que lleve a las comunidades locales a desarrollar el capital social local

5. Conclusiones

El SENA está llamado a fortalecer sus procesos de transferencia hacia los pequeños y medianos productores, de manera que contribuya al fortalecimiento de la competitividad de los sectores. De acuerdo a los avances presentados en el presente estudio, el CBI está contribuyendo a la mejora en la competitividad de la cadena del cacao, no solamente en el Valle del Cauca, sino también en otras regiones hacia donde se ha iniciado la transferencia de los avances alcanzados.

6. Referencias

- Aguirre-Bastos, C., & Weber, M. K. (2017). Technological Forecasting & Social Change Foresight for shaping national innovation systems in developing economies. *Technological Forecasting & Social Change*, 128(October 2015), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.025>
- Andersen, A. D., & Andersen, P. D. (2014). Innovation system foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 88, 276–286. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.06.016>
- Andersen, A. D., & Andersen, P. D. (2017). Foresighting for inclusive development. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.007>
- Andersen, P. D., Andersen, A. D., Jensen, P. A., & Rasmussen, B. (2014). Sectoral innovation system foresight in practice: Nordic facilities management foresight. *Futures*, 61, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.04.012>
- Chamorro-Rengifo, J., Montalvo-Rodríguez, C., & Ordoñez-Narváez, G. A. (2018). *Simposio de Biotecnología Industrial. Pasado, Presente y Futuro + Exposena* (SENA, ed.). Palmira.
- Gonzalez, E. G., Milena, A., Murillo, S., Armando, D., Pantoja, C., Aricapa, G. M., ... Narváez, O. (2019). *Estudio de la fermentación espontánea de cacao (Theobroma Cacao l.) y evaluación de la calidad de los granos en una unidad productiva a pequeña escala Resumen Introducción*. 5(2).
- Iden, J., Methlie, L. B., & Christensen, G. E. (2017). The nature of strategic foresight research: A systematic literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.002>

- Montalvo Rodríguez, C., Ordoñez Narváez, G. A., Garcia Gonzalez, E., Marín Aricapa, J. G., Jamilo y Zambrano, L. J., Chamorro Rengifo, J., ... Ortiz, E. (2018). *Recomendaciones prácticas* (SENA, ed.). Palmira.
- Osabutey, E. L. C., & Croucher, R. (2018). Intermediate institutions and technology transfer in developing countries: The case of the construction industry in Ghana. *Technological Forecasting and Social Change*, 128(December 2017), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.014>
- PREVIOS. (2017a). *Bases Teóricas y Conceptuales de Prospectiva*. PREVIOS. (2017b). *Instructivo 2. Prospectiva Sectorial*. Bogotá.
- Sarpong, D., & Maclean, M. (2016). Cultivating strategic foresight in practise: A relational perspective. *Journal of Business Research*, 69(8), 2812–2820. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.12.050>
- SENNOVA, & CBI. (2018). *Caso Piloto - Prospectiva Sector Agroindustrial Con Énfasis En Biotecnología* (Primera; S. N. de A. SENA, ed.). Retrieved from https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4776/1/Previos_prospectiva_sectorial.pdf

Desarrollo de una Plataforma para la Ejecucion de Manufactura (mes) para el laboratorio de control de procesos 20A SENA-CEAI

Juan Sebastián Obonaga Rubiano
Universidad Autónoma De Occidente, Colombia
Juan.Obonaga@uao.edu.co

Juan David Guerrero Mena
Universidad Autónoma De Occidente, Colombia
Juan20Guerrero@gmail.com

William Gutiérrez Marroquín
Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro de Electricidad y Automatización Industrial, Colombia
william.gutierrez@sena.edu.co

Resumen

This document demonstrates the development of an MES system with the aim of generating skills in the apprentices and thus meet the needs of the manufacturing industry, under the premise of the integration and uniformity of the data, providing the necessary information to optimize the systems productive from the launch of the manufacturing order, to the finished product, providing specific benefits that focus on production activities.

Palabras clave

FESTO, Manufacturing Execution System MES, Sistemas de Control

1. Introducción

En la actualidad una de las opciones para generar una ventaja competitiva en las industrias es adoptar un sistema que permita la comunicación continua entre los sistemas de fabricación y los sistemas de gestión empresarial (Manufacturing Execution System), estos sistemas se han desarrollado con el objeto de cubrir las necesidades de la industria manufacturera, bajo la premisa de la integración y uniformidad de los datos, proporcionando la información necesaria para optimizar los sistemas productivos desde el lanzamiento de la orden de fabricación ,hasta obtener el producto acabado, aportando beneficios específicos que se focalizan en la optimización de producción (Chroma, 2017).

Al disponer de la información desde el momento en el cual el cliente genera el pedido del producto, la información de la empresa se formaliza y modifica el estado de una base de datos, los datos almacenados permitirán en línea o fuera de línea todo tipo de análisis, convirtiendo la integración de la información en un objetivo estratégico dentro de las mismas, ya que es imperante para la toma de decisiones y correcta ejecución de la producción (Armesto Quiroga, 2017). Es por esto que se propone una plataforma para la ejecución de manufactura didáctica que permita al Centro de Electricidad y Automatización Industrial, CEAI, del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, formar profesionales técnicos ,tecnológicos y complementarios con conocimientos sobre los sistemas de ejecución de manufactura , ya que

muchas empresas están buscando nuevos profesionales y herramientas tecnológicas que permitan optimizar los procesos operativos internos, ahorrar costos y ser más eficientes, lo que les traería como consecuencia un mejor posicionamiento y la atracción o conservación de clientes obteniendo una mejor competitividad, atendiendo la exigencia de la globalización de los mercados.

En el año 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad de la población. Las metas para ser alcanzadas en 15 años se concretan en 17 objetivos de desarrollo sostenible.

Bajo el concepto de industria 4.0 la fábrica inteligente tiende a la autorganización, el autocontrol y el autoaprendizaje de los sistemas de fabricación y logísticos, potenciando la inteligencia local y distribuida (ALEGSA, 2017).

Industria, innovación e infraestructura es uno de los objetivos de desarrollo sostenible, con la integración de la información del sistema productivo desde los sistemas de supervisión y monitoreo hacia los sistemas de ejecución de la manufactura, MES, se logra documentar la gestión de la planta, permitiendo mejorar la calidad de entrega al cliente y a su vez incrementar la eficiencia del sistema productivo (CCM, 2017).

2. Planteamiento del Problema

En el laboratorio de control de procesos del CEAI, se cuenta con cuatro plantas didácticas FESTO, estas plantas están integradas de tal forma que permiten la simulación de un proceso de fabricación de bebidas.

La MPS es un sistema de fabricación didáctico, integrado por varias estaciones que conforman el proceso, la fábrica describe un modelo productivo definido por los siguientes procesos unitarios: Filtrado, Mezcla, Reactor, Embotelladora. Los procesos unitarios en su orden específico dan como resultado un producto terminado, en este orden de ideas la materia prima tiene que completar todos los subprocesos para así transformarse en producto terminado en las especificaciones requeridas.

Figura 1 . Sistema MPS FESTO



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgén. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006.

3. Metodología del proyecto

El tipo de investigación de este proyecto se enmarca dentro de la investigación aplicada, a partir de los elementos tecnológicos adquiridos y verificados se pretende definir una estrategia metodológica que permita la transformación digital de procesos de manufactura existentes.

A continuación, se describen las actividades desarrolladas para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto.

El sistema MES esta soportado sobre tres componentes fundamentales como se observa en la figura 2, la integración estos tres componentes permiten el funcionamiento del sistema integra (E. A. Portela Santos, E. D. F. Rocha Loures, 2008).

Figura 2 Componentes del sistema MES



Fuente: Elaboración Propia

3.1. Identificación de los procesos e implementación de los sistemas de control de cada una de las llantas

Para el desarrollo del proyecto, fue necesario conocer las características técnicas de cada una de las plantas FESTO MPS PA, esto con el fin de lograr identificar los procesos realizados por cada una de ellas y como a través de los sensores y actuadores es posible llegar a cumplir cada una de estas tareas. Una vez se ha realizado el análisis detallado de cada una de las plantas es posible lograr identificar los lazos de control que se encuentran inmersos en cada uno de los procesos y así poder estimar un modelo matemático que describe el comportamiento de las variables análogas presentes en cada uno de los procesos y de esta manera poder calcular e implementar un controlador que permita tener el control sobre las variables análogas (Server, 2017).

3.2. Estructura física y tipo de producción en la distribución de las plantas

La materia prima que nutre todo el sistema de producción solo ingresa en la fase inicial

de todo el proceso, es decir en la planta de filtrado, de ahí una vez realizado este proceso va siguiendo un proceso secuencial en cada una de las plantas, esto quiere decir que en el sistema MPS la materia prima sigue una misma ruta secuencial sin importar el producto solicitado, pues en proceso de mezcla los componentes que se van a mezclar difieren no en su composición sino en su temperatura. Finalmente debido al análisis realizado a todo el proceso de manufactura del sistema MPS FESTO fue posible identificar que sigue un proceso de producción continuo.

3.3. Modelado de los sistemas para posterior cálculo de los controladores

Para el modelado de los sistemas se optó por sacar un modelo experimental de cada uno, sometidos a un conjunto de entradas conocidas y midiendo sus salidas, obteniéndose así un modelo experimental. Es decir, se estimó la función de transferencia del sistema a partir de las relaciones entrada-salida.

Para lograr estimar este modelo se usaron varias herramientas que permitieron la toma de datos, una de estas herramientas es MATLAB, que permite tomar los datos tanto de la entrada como la salida para almacenarlos en dos arreglos y luego procesarlos en el System Identification ToolboxTM de MATLAB así finalmente es posible estimar la función de transferencia del sistema, cabe resaltar que esta toma de datos se realiza en lazo abierto pues es necesario observar el comportamiento de la salida frente a una entrada conocida.

Otra de las herramientas que se usaron para lograr obtener estos datos y modelar el sistema fue el software de programación del PLC Codesys donde se implementó un programa en lazo abierto de control para así obtener los datos de entrada y salida del sistema, estos datos guardarlos en variables que luego se comunican a MATLAB; lograr compartir variables entre estos dos software individuales es posible gracias al estándar de comunicación OPC que nos permite comunicar MATLAB y CODESYS a través de una arquitectura cliente-servidor (Codesys OPC-Server V2.0, 2018).

3.4. Identificación e implementación del sistema de control estación filtrado

El proceso que realiza esta estación es filtrar el líquido que es bombeado del primer depósito al segundo haciéndolo pasar a través del filtro utilizando una válvula de compuerta. El líquido filtrado llega al segundo depósito a través de una válvula de mariposa con actuador neumático semi-giratorio, finalmente este líquido filtrado puede bombearse a la siguiente estación utilizando una bomba aparte. El filtro puede enjuagarse utilizando un programa de enjuague adicionando aire comprimido regulado a través del filtro para liberar la suciedad depositada. Una vez este sistema se modeló en MATLAB se calcularon las constantes y se implementó un controlador tipo PID para la variable analógica de presión, además para llevar la secuencia del proceso se implementó una rutina a través de lenguaje Grafset. En la figura 3, se muestra la planta de filtración (Didactic, 2018).

Figura 3 Estación Filtrado



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006.

3.5. Identificación e implementación del sistema de control estación reactor

La función de la estación de reactor es elevar la temperatura del líquido proveniente de la estación de filtrado con dos finalidades, la primera es intentar eliminar microorganismos presentes en el líquido y la segunda es que a través de la temperatura se va a identificar que insumo se está procesando para su posterior envío a la estación de mezcla, para este proceso esta planta cuenta con un actuador resistencia y un sensor de temperatura tipo PT-100 Una vez este sistema se modeló en MATLAB se calcularon las constantes y se implementó un controlador tipo PID para la variable análoga de temperatura, además para llevar la secuencia del proceso se implementó una rutina a través de lenguaje Grafcet. En la figura 4 se muestra la estación reactor (FESTO, 2007).

Figura 4 Estación Reactor



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006. Disponible en internet. www.festo-didactic.com

3.6. Identificación e implementación del sistema de control estación mezcla

Esta estación mezcla productos de tres depósitos según diferentes recetas. El líquido de uno de los tres depósitos es bombeado al depósito principal de forma controlada abriendo la respectiva válvula de bola de dos vías. La mezcla terminada puede bombearse a la siguiente estación por medio de una segunda bomba – o bombearse de nuevo al depósito.

3.6.1. Mejora al sistema estación mezcla.

De acuerdo con el diagrama P&ID de la planta de mezcla es evidente el frecuente contacto del operario con proceso, pues es necesario la apertura de las válvulas manuales, para lograr la distribución de los ingredientes, provenientes de la estación de reactor, en los depósitos respectivos, siendo esto un factor desequilibrante al momento de optimizar y mejorar la producción ver figura 5.

Figura 5 Estación Reactor



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de Producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006. Disponible en internet. www.festo-didactic.com

3.6.2. Propuesta e implementación de mejora al sistema estación mezcla

Con el propósito de mejorar el proceso de producción de la planta de mezcla, se propone acondicionar tres electroválvulas solenoide de 12 VDC reemplazando de esta manera las válvulas manuales, por otro lado también se decide realizar un cambio en la estructura de distribución de agua en la planta, eliminando la entrada única al tanque B201, garantizando de esta manera que los ingredientes provenientes de la estación de reactor lleguen a su respectivo depósito, de esta manera es posible mejorar tiempos de proceso y eliminar el contacto de operario dentro del mismo como se observa en la figura 6.

Figura 6 Mejora al Sistema Estación Mezcla



Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006. Disponible en internet. www.festo-didactic.com.

3.7. Identificación e implementación del sistema de control estación llenado:

La función de la estación de llenado es envasar el producto final El líquido es bombeado en el recipiente de dosificación desde el depósito. Las botellas son transportadas al punto de llenado por medio de una banda transportadora Un separador neumático separa las botellas Las botellas llenas de las vacías y estas se llenan con diferentes cantidades desde el depósito dosificador, según la presentación seleccionada. En la figura 7 se muestra la planta de llenado.

Una vez este sistema se modeló en MATLAB se calcularon las constantes y se implementó un controlador tipo PID para la variable análoga de nivel, además para llevar la secuencia del proceso se implementó una rutina a través de lenguaje Grafset.

Figura 7 Mejora al Sistema Estación Mezcla



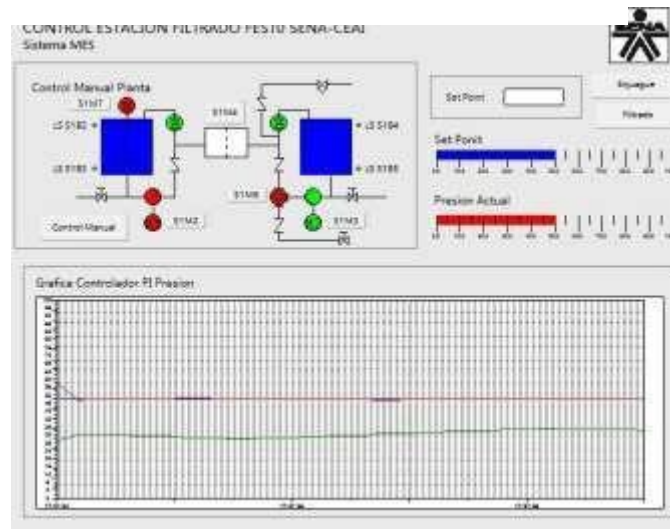
Fuente: SCHELLMANN, Bernhard y HELMICH, Jurgen. Sistema de producción MPS [CD]. En: Manual de usuario, Festo Didactic GmbH & Co. KG. Denkendorf Alemania. 2006.

3.8. Interfaz Hombre-Maquina HMI

Una vez implementado los sistemas de control y el Grafset para cada una de las estaciones se desarrolló un sistema de supervisión para cada planta a donde se pueden observar el estado actual de cada sensor y actuador, a además verificar el comportamiento de la variable análoga como se observa en la figura 8.

El desarrollo de esta interfaz se realizó en Codesys (AUTOMATIZACION INDUSTRIAL, 2018), teniendo en cuenta que En ISO 9241-110, el término interfaz de usuario se define como " todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo" este sistema es tan importante como el propio control del proceso por parte del PLC, a partir de este es posible visualizar la información y mostrar los datos de interés hacia el operador .

Figura 8 Interfaz HMI estación Filtrado



Fuente: Elaboración propia

3.9. Definición de la estructura del aplicativo a partir de la estructura del sistema mes:

Para realizar el aplicativo MES se debe de conocer cuáles son los módulos o componentes que se tienen que desarrollar e integrar al aplicativo y los procesos que se deben de llevar a cabo, de igual forma se hace un recuento de los procesos globales a desarrollar.

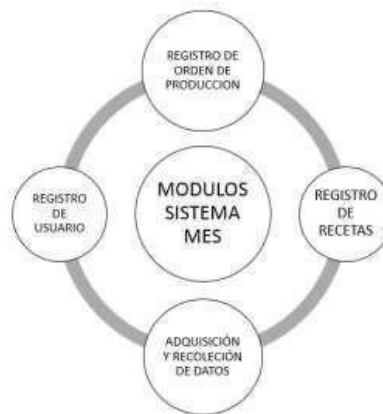
3.9.1. Módulos a implementar del Sistema MES

- Registro De Usuario Hace referencia al registro de los operarios que están encargados de operar las plantas o que tienen acceso a la información a través de cuentas de usuario generadas por un administrador, quien brindara a cada usuario una contraseña para el ingreso al sistema, con el fin de llevar una trazabilidad de las operaciones que se realizan por medio de los diferentes usuarios.
- Registro De Recetas Con este módulo se busca tener un registro de toda la información de los diferentes productos y sus características específicas, también se busca ahorrar tiempo y suprimir errores cometidos por la digitación constante de

los diferentes valores de los productos en cada estación. Por este motivo solo se ingresa una sola vez la receta y una vez ingresada solo se llama para ser ejecutada, y así podremos hacer una documentación apropiada de cada una de las etapas del proceso.

- c. Registro De Ordenes De Producción Con este módulo se pretende obtener toda la información necesaria para poder lanzar una orden de producción a la planta y que esta sea capaz de procesarla según los requerimientos que se hayan especificado con anterioridad. en esta etapa se logra resumir todos los registros y de acuerdo con la información que se digita se podrán enterar si a planta está en condiciones de producir o no.
- d. Adquisición y recolección de datos con este módulo se gestiona la recolección de información ya sea generada directamente en los equipos, procesos o por otros módulos e interfaces. A través de este módulo es posible generar un registro en el tiempo de los estados actuales de cada uno de los sensores y actuadores de las plantas, eso permite llevar un registro detallado de la operación de cada una de las plantas.

Figura 9 Módulos del sistema MES



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que de las varias tareas que debe realizar un programa para cumplir con su función u objetivos, un módulo realiza, comúnmente, una de dichas tareas (o varias, en según el caso). Los sistemas MES son principalmente un sistema que engloba un conjunto de diferentes módulos funcionales que cubren distintas necesidades de una planta productiva, en el caso de este proyecto se plantean cuatro módulos que componen el sistema.

3.10. *Aplicativo*

El aplicativo fue desarrollado netamente en java (NETBEANS) y para su desarrollo se tuvieron en cuenta cada uno de los módulos del sistema MES, que fueron definidos con anterioridad como se observa en la figura, cada uno de estos módulos cuenta con una interfaz que están ligadas a través de la interfaz panel principal como se observa en la figura 10, estas interfaces están soportadas bajo el código de sus clases respectivas dentro del programa.

Debido a esto se buscó desarrollar una interfaz que tuviera consistencia en su forma, es decir en la uniformidad, en apariencia, colocación, y comportamiento de todos los

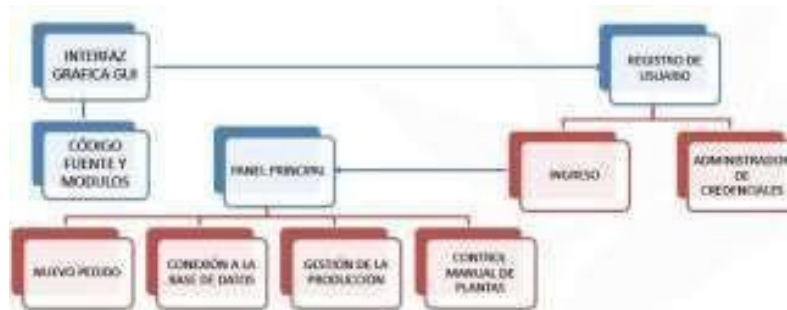
componentes que la conforman, como se puede observar la importancia de este criterio está en que puede reducir el esfuerzo humano para aprender, así como las habilidades requeridas para su aprendizaje.

Figura 10 Arquitectura del aplicativo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Interfaz panel principal aplicativo MES



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente también se buscó simplificar las descripciones que ejecutan cierta tarea y se sustituyeron por un elemento visual que representa la acción que se espera que haga el usuario, como se puede observar en el HMI de cada una de las plantas y en el módulo de trazabilidad del proceso. Para esto se procuró que los elementos visuales se asemejen lo más posible a la vida real y que tengan significado para el usuario pues los sistemas son más usables cuando indican claramente su estado, las posibles acciones que se pueden tomar, y los resultados de las acciones que se hagan con él.

Figura 12 Interfaz gestión de la Producción Aplicativo MES

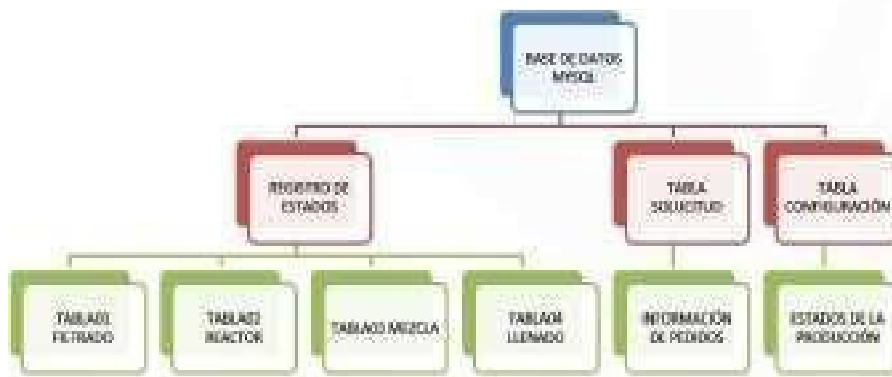


Fuente: Elaboración propia.

3.11. Base de datos

Toda la información que se está generando tanto en el aplicativo como en la planta es necesario almacenarla en una base de datos, para esto se implementó una base de datos SQL.

Figura 13. Estructura Base de Datos SQL



Fuente: Elaboración propia

3.12. Fuentes de Información de la base de datos.

El almacenamiento de los datos en este caso se presenta desde dos fuentes que son importante reconocerlas, una de ellas es el proceso productivo como tal, desde este por medio de los sensores se envía información al sistema y este es capaz de almacenarla y procesarla, la otra fuente de información es el operario, esta persona ingresa información complementaria para la operación y desarrollo de los procesos. En este orden de ideas se genera una clasificación dentro de la cual se señala que información es suministrada por la maquina como tal y que

información es ingresada por el operario: Información suministrada por la maquina o proceso esta información en la base de datos es guardada en las tablas de cada una de las estaciones:

- Avance de producción.
- Estado de las estaciones (sensores y actuadores)

Información suministrada por el operario en la base de datos es guardada en las tablas de solicitud y producción:

- Registro de recetas
- Registro de órdenes de producción.
- Registro de usuarios.

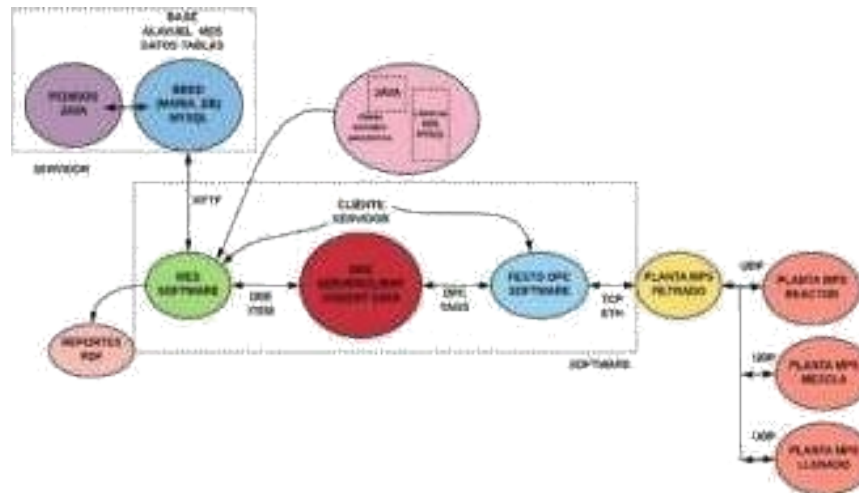
Finalmente se implementó la base de datos generando las tablas donde se almacena toda esta información y de esta manera poder consultar datos tanto del aplicativo como de la planta, los datos de los estados de los sensores y actuadores se generó una tabla en la base de datos para cada planta como se observa en la figura 14.

3.13. integración de los componentes del sistema mes a partir de protocolos de comunicación

Por medio de la red implementada entre los PLC de cada una de las plantas, se logró centralizar las señales provenientes de cada uno de ellos, de igual forma se consiguió distribuir la información de manera eficiente desarrollando un sistema que es capaz de operar las cuatro estaciones de manera simultánea y administrar su información sin necesidad de digitar ni una sola línea de código. La utilización de estándares de comunicación como el OPC, que son protocolos estándares en la industria, garantiza que no existan problemas de compatibilidad entre equipos y pérdidas de información. Por medio de este se logró hacer la transmisión de todas las variables desde el PLC hacia el aplicativo y viceversa.

Para la comunicación de todo el sistema se utilizaron varios estándares de comunicación tanto industriales como como estándares informático, para la comunicación entre los PLC de las plantas se implementó un protocolo de comunicación UDP , también para la comunicación entre el aplicativo y el sistema de control se utilizaron varios protocolos pues fue necesaria la intervención de dos software para este fin , la comunicación entre el OPC FESTO y la planta se logró a través del protocolo TCP y la comunicación entre el COGENT y el aplicativo se logró a través del protocolo DDE, Finalmente la comunicación entre el aplicativo y la base de datos se realiza a través del protocolo HTTP.

Figura 14 Estructura sistema de comunicación



Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

- Cada una de las plantas FESTO se lograron caracterizar gracias a la documentación suministrada por instructores y sus diagramas P&ID, esto permitió identificar el funcionamiento de cada una de ellas con el fin de conocer las variables del proceso, determinando así las especificaciones técnicas de cada una de las estaciones.
- Por medio de la red implementada entre los PLC de cada una de las plantas, se logró centralizar las señales provenientes de cada uno de ellos, de igual forma se consiguió distribuir la información de manera eficiente desarrollando un sistema que es capaz de operar las cuatro estaciones de manera simultánea y administrar su información sin necesidad de digitar ni una sola línea de código.
- Para el control de las variables análogas fue necesario la identificación del sistema a través del System Identification Toolbox de MATLAB con el fin de modelar matemáticamente el sistema y a partir de este modelo calcular e implementar los controladores respectivos para cada una de las variables análogas.
- La operatividad del aplicativo es muy simple pues la interfaz de los programas está diseñada de manera que permite intuir cuál es su forma de operar, en este orden de ideas se podría resaltar el hecho de que no es necesario digitar ni una sola línea de programación para operar ninguno de los sistemas, pues las operaciones ya se encuentran sistematizadas por medio de botones y procedimientos previamente establecidos.
- Con la instalación de un sistema MES y la capacitación de personal en esta tecnología, se consiguen unas mejoras operativas fundamentales reduciendo los costes de producción y mejorando la calidad de los productos, todo ello hace indirectamente que la industria se vuelva más competitiva.
- Para la comunicación de todo el sistema se utilizaron varios estándares de comunicación tanto industriales como estándares informáticos, estos estándares de comunicación juegan un papel importante en todo el sistema pues son los que

permiten la comunicación entre cada uno de los componentes del sistema MES.

5. Conclusiones

La integración de aplicaciones informáticas de acceso libre con aplicaciones industriales permite diseñar e implementar aplicaciones de gestión de procesos de manufactura, mediante las cuales se logra optimizar la producción, conectando en forma horizontal y vertical todas las dependencias comprometidas en el sistema de manufactura. Esta integración permite alcanzar la optimización de los procesos de producción, logrando establecer sistemas sostenibles a través de aplicación de estrategias de innovación y el uso de tecnologías disruptivas que permiten mejorar la eficiencia del sistema productivo.

6. Referencias.

- ALEGSA. (2017). *Ventajas y desventajas del modelo cliente/servidor*. Retrieved from <https://goo.gl/zkYhCr>
- Armesto Quiroga, J. I. (2017). *Instalaciones de Sistemas de Automatización y Datos*. Retrieved from <http://www.disa.uvigo.es/>
- AUTOMATIZACION INDUSTRIAL, R. I. 4. . (2018). *8 razones para aprender a programas Codesys*. Retrieved from <https://goo.gl/sCHuPg>
- CCM. (2017). *Introducción a la arquitectura de un sistema Servidor*. Retrieved from <https://goo.gl/W5UYhV%0A%0A>
- Chroma. (2017). *Manufacturing Execution Systems (MES) Model sajet*. Retrieved from <https://goo.gl/kauyb7>
- Codesys OPC-Server V2.0. (2018). *Installation and Usage Document Version 1.7-Single PLC Configuration*. Retrieved from <https://goo.gl/R9jJEF>
- Didactic, F. (2018). *Automatizacion De Procesos y Técnicas De Regulación Estación Filtrado*. Retrieved from [archivo computador].
- E. A. Portela Santos, E. D. F. Rocha Loures, F. D. y M. A. B. de P. (2008). *Proposal of an industrial information system model for automatic performance evaluation. De IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Hamburg.*.
- FESTO. (2007). *Automatizacion De Procesos Y Técnica De Regulación Estación de reactor*. Retrieved from <https://goo.gl/yWy49T>
- Server, C. O. (2017). *Installation and Usage - Configure symbol*. Retrieved from <https://goo.gl/jxMeua>

Propuesta metodológica para el desarrollo de productos electrónicos: caso de aplicación robot industrial educativo

Alexander Almanza Isaza

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET
Regional Distrito Capital, Colombia
aalmanza70@misena.edu.co

Robinson Castillo Méndez

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET
Regional Distrito Capital, Colombia
rcastillo48@misena.edu.co

Lisseth Tatiana Herrera Rosero

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET
Regional Distrito Capital, Colombia
lherrera61@misena.edu.co

Jorge Eliecer Vargas Ladino

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET
Regional Distrito Capital, Colombia
jevargas950@misena.edu.co

Javier Andres Ramos Espitia

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET
Regional Distrito Capital, Colombia
jaramos963@misena.edu.co

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta metodológica para el diseño o rediseño de equipos electrónicos realizada en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET (Centro de Formación Profesional Integral, ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. y perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia). Esta propuesta se genera a partir de la identificación de una taxonomía de los procesos más relevantes considerados en diferentes modelos y estándares de la industria para este fin y de la identificación de las particularidades de la institución en cuanto a su capacidad técnica y tecnológica. Adicional a estos elementos, la propuesta integra los resultados obtenidos a partir de la realización de una transferencia tecnológica recibida de una empresa con experiencia en el diseño y desarrollo de soluciones en ingeniería a la medida. La propuesta incluye cinco fases principales interrelacionadas. En relación a los diferentes modelos identificados, se incluye una fase de diagnóstico del producto cuando se trate de rediseño y, en la fase de “Validación del Sistema”, la realización de ensayos de Seguridad Eléctrica y ensayos de Compatibilidad Electromagnética básicos (inmunidad a perturbaciones conducidas y emisiones radiadas) como principales elementos diferenciadores. Se incluyen en este documento los resultados de las fases iniciales de diagnóstico y especificación de requerimientos aplicados en el rediseño de un Robot Industrial Educativo.

Palabras clave

Desarrollo de Sistemas en Ingeniería, Metodología de Desarrollo de Producto Electrónico, Productos Electrónicos, EIA 632, Robot Industrial Educativo.

1. Introducción

El diseño de un producto tiene particular importancia, ya que las decisiones que se toman tienen un impacto relevante en la definición del grado de innovación, en la calidad de la solución de diseño, en los costos y, por consiguiente, en la competitividad del mismo. El Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET, como Centro de Formación encargado de ofrecer y ejecutar la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país busca establecer y ejecutar diferentes estrategias que le permitan cumplir con esta misión.

Por medio de una de estas estrategias, la ejecución de proyectos de investigación aplicada, innovación y/o desarrollo tecnológico articulando esfuerzos entre sus instructores y aprendices en formación, se ha identificado y propuesto una iniciativa enfocada en fortalecer talento humano interno y externo con capacidades técnicas en el diseño y desarrollo de equipos electro electrónicos acorde con necesidades de la industria de dicho sector tanto en el Distrito Capital, como de la nación.

La propuesta metodológica se ha generado a partir de la revisión de diferentes modelos para el desarrollo de sistemas en ingeniería como referente, también de los elementos contenidos en las Normas Sectoriales de Competencias Laborales - NSCL y, de la asesoría recibida por el CEET de empresas del sector industrial colombiano que desarrollan soluciones de ingeniería a la medida tomando, entre otros, como base metodológica el estándar ANSI/EIA 632 (Electronic Industries Alliance, 1999). Adicional a esto, se ha propuesto identificar e implementar actividades que no se encuentren especificadas en los modelos identificados y que se encuentren ajustadas a las capacidades tecnológicas propias de este Centro de Formación y realizar la validación de dicha propuesta metodológica mediante el diseño o rediseño de un producto electrónico que adicionalmente incorpore tecnologías afines y compatibles a las tendencias de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT).

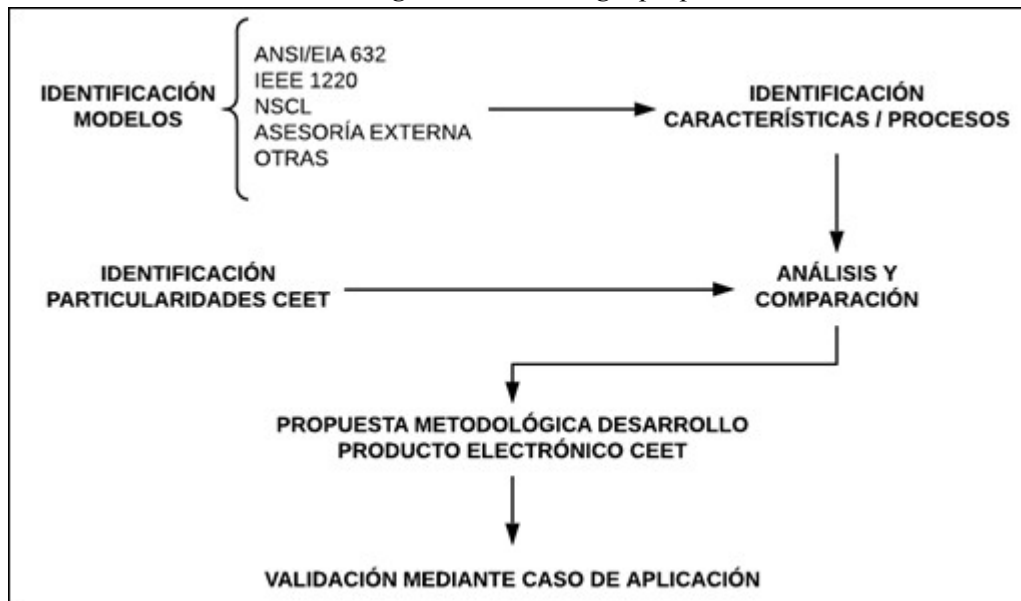
2. Metodología

Como se muestra en la Figura 1, el proceso seguido para el establecimiento de la propuesta metodológica para el desarrollo y/o rediseño de producto electrónico consta de las siguientes fases: Identificación de los principales modelos y/o metodologías existentes, identificación de sus características y procesos principales, identificación de las particularidades del CEET en los relacionado a desarrollo de producto electrónico, análisis y comparación de todos los elementos identificados, realización de una propuesta metodológica y su validación mediante la ejecución de un caso de aplicación al interior del CEET.

A partir de los modelos identificados se consolida una representación de los procesos y datos relacionados al desarrollo de producto, a manera de ilustración, de acuerdo a ANSI/EIA 632 (Electronic Industries Alliance, 1999), se identifican los siguientes estados para el proceso de desarrollo de sistemas en ingeniería: necesidades (N), Requerimientos (R), Representación Lógica (L) y Representación Física (P) (Mirdamadi, Addouche, & Zolghadri, 2018).

El CEET ha realizado un diagnóstico que le ha permitido establecer tanto capacidades, como tecnología disponible para los procesos de formación e investigación, identificando particularidades y potenciales ventajas aplicables en un proceso de desarrollo de producto electrónico. También se ha realizado la transferencia en el modelo de desarrollo tecnológico, de gestión de la tecnología e innovación en su departamento de I+D+i, implementado por una empresa del sector electrónico colombiano, enfocada en el desarrollo de soluciones de ingeniería a la medida.

Figura 1. Metodología propuesta



Fuente. Elaboración propia

Basados en los procesos generales establecidos en los modelos revisados, en las capacidades técnica y tecnológicas y en los resultados de la transferencia tecnológica recibida, se ha realizado una clasificación y priorización de procesos y actividades, llegando a una generalización de pasos y taxonomía básica del proceso.

Los anteriores elementos y proceso descritos han permitido establecer la propuesta metodológica para el desarrollo de producto electrónico, considerando como alcance de la misma la naturaleza del Centro de Formación, estableciendo los límites en lo relacionado a los procesos de manufactura e integración del sistema y a partir de este punto realizar la correspondiente validación mediante un caso de aplicación práctico.

3. Desarrollo

La representación de la línea de desarrollo de un producto electrónico, desde el instante en el cual la primera idea es concebida, el trabajo realizado para lograr dicho desarrollo, hasta el momento en el cual el producto se encuentra a la venta puede presentar variaciones en cuanto a su planteamiento. El informe CDIO, emitido por el Instituto Tecnológico de Massachusetts - MIT organiza el desarrollo y la enseñanza de la electrónica en cuatro etapas: concepción, diseño, implementación y operación (Aranguren, Ortiz, & Gil-Garcia, 2015).

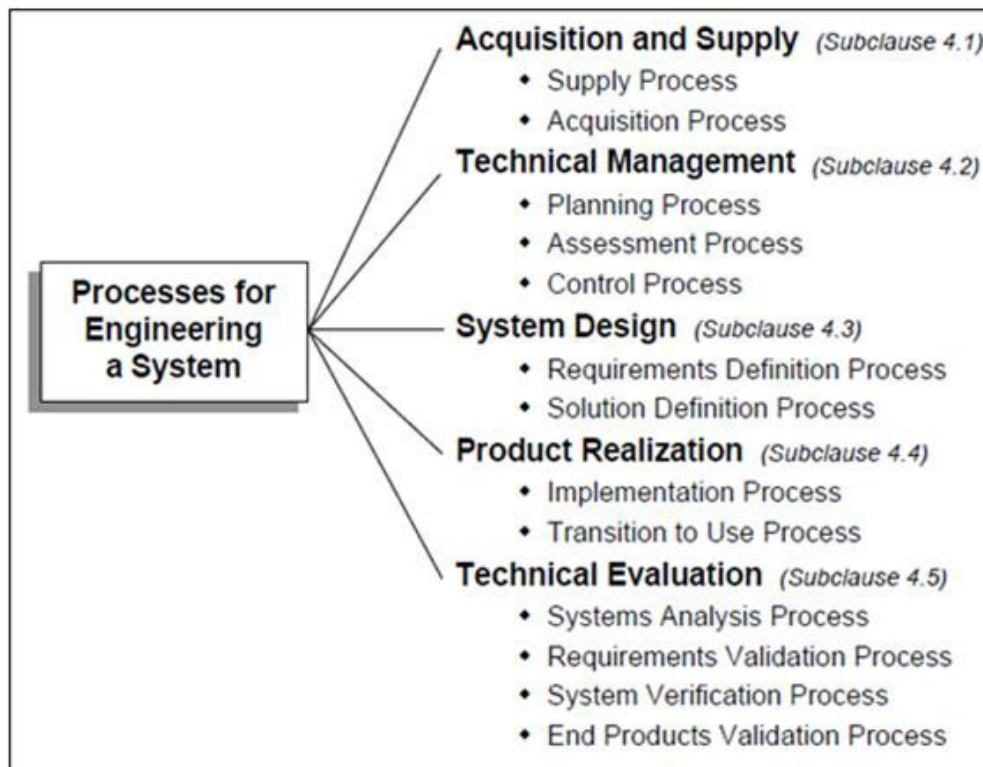
El ANSI / EIA 632 (Electronic Industries Alliance, 1999) el cual establece cinco grandes

fases para el desarrollo de sistemas en ingeniería:

Adquisición y suministro Gestión técnica

Diseño del sistema Realización del producto Evaluación técnica

Figura 2. Procesos Fundamentales ANSI/EIA 632



Fuente: ANSI/EIA 632

Así mismo, ANSI/EIA 632 también define 13 procesos que contienen un total de 33 requisitos que se utilizan en la ingeniería de un sistema. Puede aplicarse al proceso de desarrollo de cualquier producto. En otros modelos, como en el proceso de ingeniería descrito en IEEE 1220 (IEEE Computer Society, 2005) (Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process) se incluye: (1) Análisis de requerimientos; (2) Validación de requerimientos; (3) Análisis funcional; (4) Verificación Funcional; (5) Síntesis; y (6) Verificación Física. Estos procesos están vinculados entre sí a través de procesos de control que consisten en la gestión de datos; Gestión de la configuración; Gestión de interfaz; Gestión de riesgos y mediciones del progreso basadas en el rendimiento.

El modelo de desarrollo de productos (STAR) es un derivado de los procesos técnicos de la norma ISO 15288: 2008, que es lo suficientemente reducido para facilitar el control a nivel de diseño de los productos electrónicos por parte de las organizaciones adoptantes, mientras que la implementación puede ser subcontratada. Comprende siete procesos: (1) Definición de requerimientos; (2) Análisis de requerimientos; (3) Partición del sistema; (4) Implementación; (5) Abastecimiento; (6) Validación; (7) Integración. En cualquier momento dado en un proyecto de desarrollo de productos, se dice que el estado del proyecto se encuentra en uno de estos procesos (Salgado, Salomon, Mello, & Silva, 2014).

Otros modelos, algunos usados para el desarrollo de software o con enfoques basado en el riesgo para el desarrollo de productos o sistemas, o modelos que incluyen iteraciones y que se desarrollan varias fases (Apoorva, Hemalatha, Achyutha, & Shivaraj, 2018; Gadde, Cirstea, Toulson, & Allingham, 2012; Guey-Shin Chang, Horng-Linn Perng, 2008) han sido revisados para determinar sus principales características en lo relacionado a diseño y desarrollo.

La identificación de características técnicas y tecnológicas en el CEET permitió establecer que dentro de las particularidades de este Centro en relación a la propuesta metodológica, como elementos de innovación, cuenta con la capacidad para el establecimiento del diagnóstico inicial de una gran variedad de equipos electrónicos para aplicaciones en las áreas de teleinformática, electrónica, electricidad y telecomunicaciones. Así mismo que para la fase de validación, puede incluir la realización de ensayos de Seguridad Eléctrica y ensayos de Compatibilidad Electromagnética básicos enfocados en inmunidad a perturbaciones conducidas y emisiones radiadas. Todos estos elementos permitieron construir la propuesta metodológica a validar.

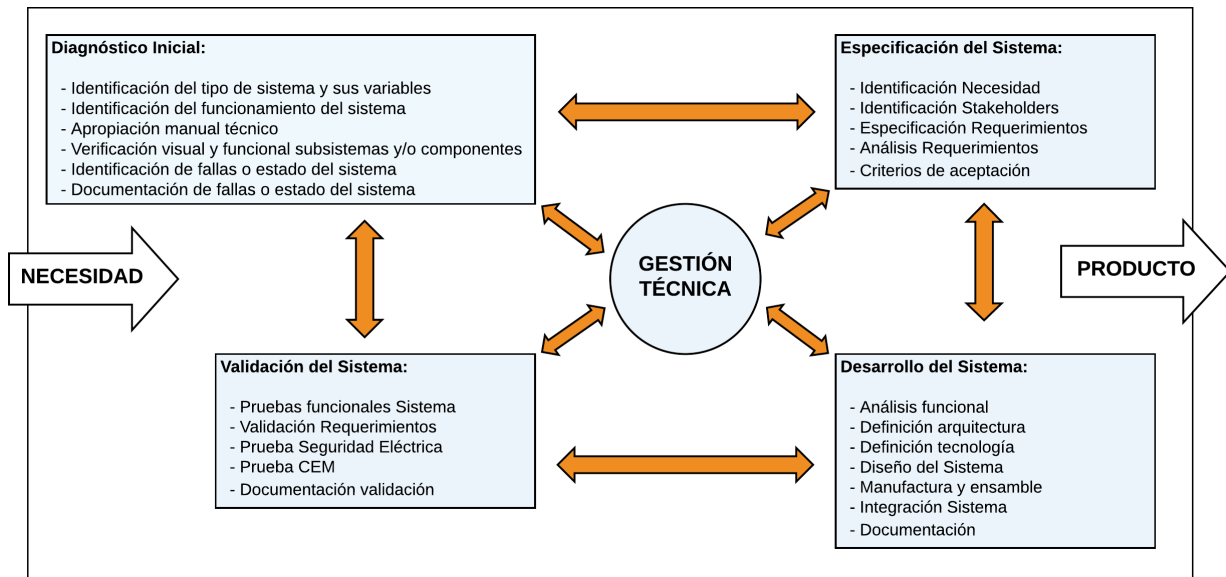
El caso de aplicación se ha enfocado en el rediseño de un brazo robótico o robot industrial educativo, el cual, al final del proceso contará con características mejoradas e incorporará elementos de tecnología IoT como articulador entre la propuesta metodológica y las tecnologías digitales necesarias para la industria mundial actual. En el proceso de formación realizado en el CEET, en las áreas de instrumentación industrial y automatización se presenta un número considerable de equipos inutilizados por funcionalidad, mantenimiento o puesta a punto, generando una brecha en cuanto a las herramientas actuales disponibles para la formación profesional.

De esta manera, se inicia un proceso de diagnóstico del estado del equipo, en base a este diagnóstico se han establecido los requerimientos y especificaciones del sistema, el desarrollo del mismo a partir del análisis funcional, definición de arquitectura y tecnología a implementar integración y pruebas a aplicar sobre el mismo, incluyendo funcionalidad e incorporación de nuevas tecnologías, Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

4. Resultados

La propuesta metodológica contempla cinco grandes fases articuladas, tomando como punto de partida la identificación de una necesidad u oportunidad, la cual pueda ser atendida por medio del desarrollo y materialización de un producto electrónico, estas fases son: el diagnóstico inicial del producto (cuando se trate de un rediseño), la especificación del sistema, el desarrollo del sistema, la validación del sistema y de manera transversal, una gestión técnica del desarrollo como lo muestra la Figura 3:

Figura 3. Metodología Propuesta CEET



Fuente. Elaboración propia

4.1. Diagnóstico Inicial del sistema

Requerido si se trata de un rediseño del sistema. Su objetivo es identificar el tipo de sistema (o equipo) y tipos de variables involucradas en su funcionamiento. Establecer los elementos, subsistemas y componentes conformantes para comprender su funcionamiento, identificar fallas y/o estado actual y obtener un diagnóstico del sistema o equipo para abordar la fase de especificación del sistema orientada al rediseño.

4.2. Especificación del sistema

Abarca el proceso de caracterización del sistema, partiendo de una necesidad u oportunidad, se consolida la identificación de la misma atendiendo a las razones, relevancia y desarrollo que se abordará. También deben identificarse los involucrados, así como sus interés y nivel de importancia e influencia durante el proceso de desarrollo del producto. Durante esta fase también deben definirse los requerimientos, consolidando por medio de éstos una representación muy cercana al producto final, estableciendo los criterios de aceptación que permitirán posteriormente verificar el cumplimiento de los requerimientos definidos.

4.3. Desarrollo del sistema

Comprende todo lo relacionado al diseño y materialización del producto. A partir del establecimiento y análisis de los requerimientos, el desarrollo del sistema contempla un análisis funcional, la definición de una arquitectura, la determinación de la tecnología a incorporar en el producto, y partir de este punto se aborda el diseño del sistema, esto es, el diseño electrónico, mecánico, de software y/o firmware y demás partes o subsistemas especializados que se han identificado como constitutivos del producto electrónico a desarrollar.

Esta fase también incluye la materialización, representación física o implementación del

producto. Una vez establecido el diseño del sistema se han obtenidos los insumos para la manufactura del mismo, tarjetas electrónicas, encerramientos y partes especializadas. Una vez fabricadas las tarjetas y partes especializadas puede iniciarse el ensamble de los componentes e integración del sistema, contemplando los respectivos protocolos de pruebas de ensamble establecidos a partir del diseño electrónico del sistema. Debe anotarse que la adquisición de componentes se encuentra contemplado dentro de las actividades de abastecimiento y suministro, las cuales se encuentran contempladas dentro de la fase transversal de Gestión Técnica.

4.4. Validación del sistema

Comprende todas las actividades de verificación y pruebas de funcionalidad a nivel de tarjetas de circuito impreso, partes especializadas, software, firmware, métricas de calidad y demás que garanticen el correcto funcionamiento del producto de acuerdo a los requerimientos definidos. Esta fase por supuesto incluye la validación de los requerimientos mediante la revisión y chequeo del cumplimiento de los respectivos criterios de aceptación de cada requerimiento, establecidos durante la etapa de Especificación del Sistema.

La propuesta metodológica presentada por el CEET incorpora la realización de ensayos o pruebas orientadas a garantizar la Seguridad Eléctrica (mediante equipo analizador de Seguridad Eléctrica) del producto electrónico y, la realización de ensayos de Compatibilidad Electromagnética básicos de inmunidad a perturbaciones conducidas y emisiones radiadas (mediante equipo Celda G-TEM y Analizador EMI).

4.5. Gestión técnica

Fase transversal y de ejecución permanente durante todo el proceso de desarrollo del producto. Incluye la planeación, monitoreo y control de las actividades, la adquisición y suministro de materiales, insumos y/o componentes. La gestión técnica del desarrollo incluye actividades de entrega y aceptación del producto, esto es, entrega del producto con requerimientos validados y aceptados, entrega de documentación generada durante todo el proceso de diseño y manuales y documento de aceptación de entrega del producto como soporte de cierre del proceso.

4.6. Validación de la Metodología

Para validar la propuesta metodológica, el caso de aplicación se ha iniciado en el rediseño de robot industrial educativo, el cual puede ser usado en las actividades de formación del CEET en los programas de Implementación de Equipos Electrónicos Industriales y en el de Mantenimiento Electrónico Instrumental Industrial. Adicionalmente se puede aplicar en Sistemas de Fabricación Flexible. Dentro de las aplicaciones industriales en las que se puede utilizar están:

- Aplicación de Soldadura automática
- Aplicación de pintura
- Pick & place de componentes
- Integración en celdas de trabajo
- Sistema de fabricación Flexible (FMS)
- Se puede incorporar en vehículo para manipulación de sustancias peligrosas
- Ensamble

Manipulación con visión artificial

4.6.1. Diagnóstico Inicial Robot Industrial Educativo

El Robot industrial Educativo seleccionado corresponde a un brazo robótico robótico que cuenta con 5 ejes de movimiento más una pinza como actuador final. El rango de movimiento de los ejes está comprendido entre las siguientes coordenadas:

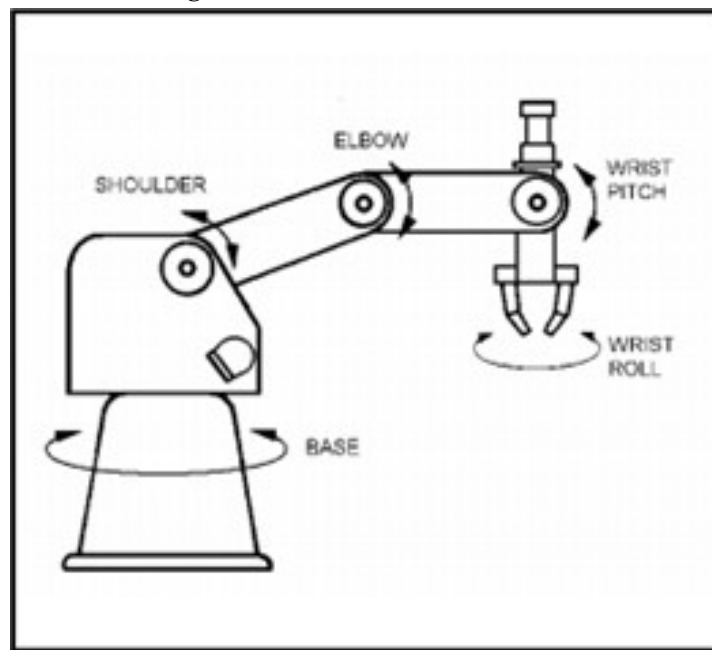
Rotación de la base 310°

Rotación de hombro ($+130^\circ / -35^\circ$) Rotación del codo $\pm 130^\circ$

Muñeca (elevación (Pitch)) $\pm 130^\circ$

Rotación de la muñeca: mecánicamente ilimitado, $\pm 570^\circ$ eléctricamente

Figura 4. Robot Industrial Educativo



Fuente: Manual Scorbot ER

Para realizar un análisis sobre los movimientos del robot, se ha obtenido un modelo CAD del brazo, adicionalmente con este modelo tridimensional se pueden generar piezas existentes o llegar a generar nuevas piezas que no afecten el movimiento del sistema. Este modelado incluyó el diseño de la base soporte del robot (

Para el diagnóstico de a la condición inicial del robot, se ha realizado una identificación de la conexión de sus pines, definiendo cada uno de ellos y analizando su funcionamiento. Se ha definido ha registrado el funcionamiento de cada subsistema, identificando los diferentes componentes dañados, defectuosos o que su funcionamiento no sea el correcto. Figura 5), la base del brazo que aloja los motores (Figura 6) y las diferentes piezas que que constituyen el brazo la balinera, piñones y los motores usados en el robot Figura 7.

Para el diagnóstico de a la condición inicial del robot, se ha realizado una identificación de la conexión de sus pines, definiendo cada uno de ellos y analizando su funcionamiento. Se ha definido ha registrado el funcionamiento de cada subsistema, identificando los diferentes

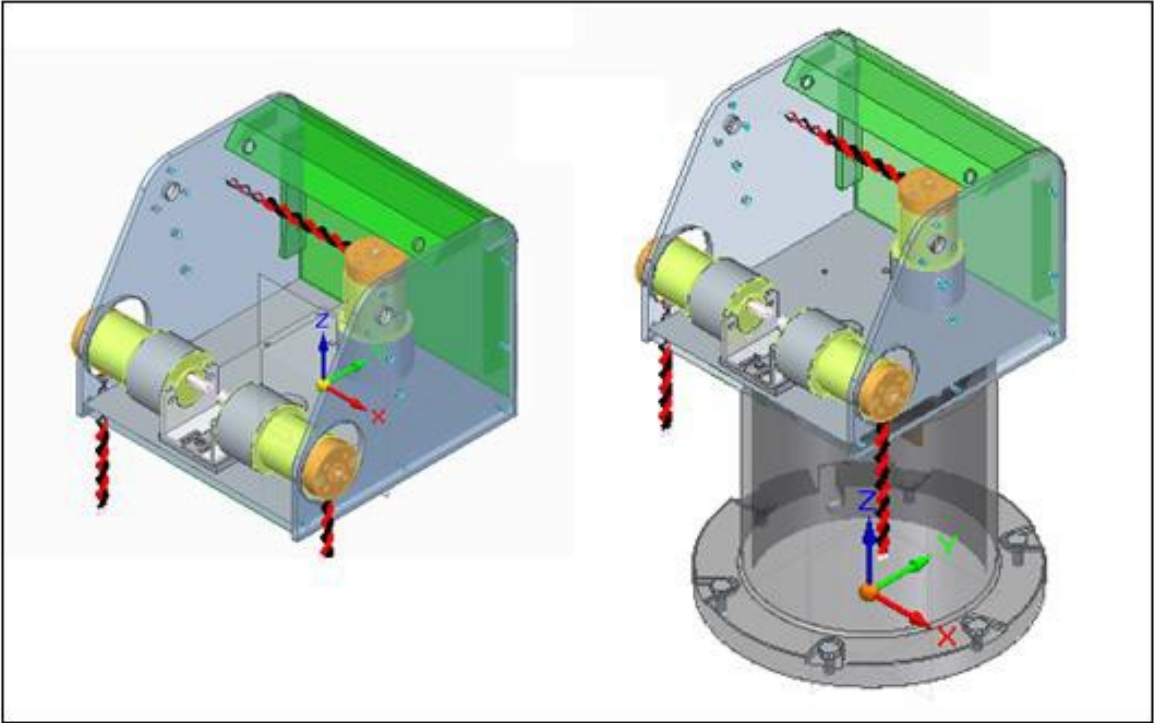
componentes dañados, defectuosos o que su funcionamiento no sea el correcto.

Figura 5. Base soporte



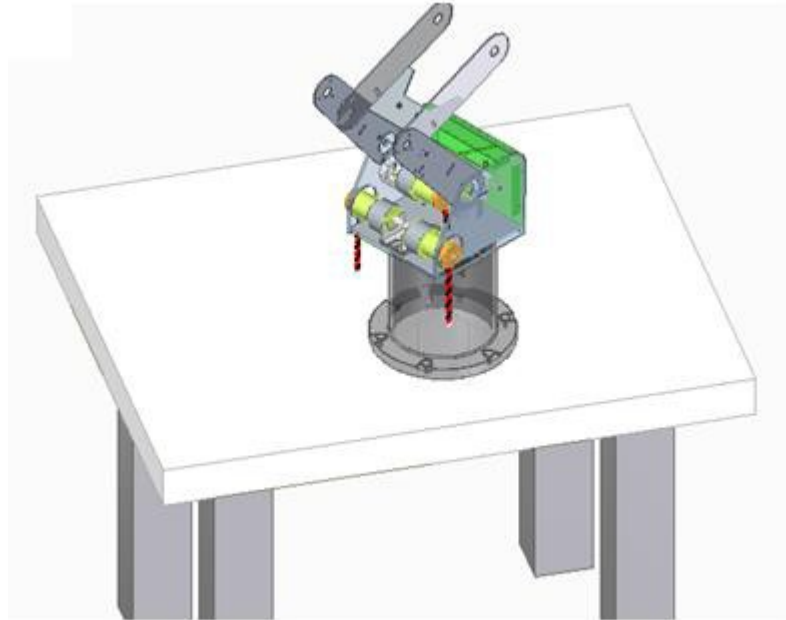
Fuente. Elaboración propia

Figura 6. Base del brazo



Fuente. Elaboración propia

Figura 7. Base con soporte modelado



Fuente. Elaboración propia

El principal hallazgo evidenciado en cuanto a fallas en el funcionamiento del robot se encuentra localizado en dos de los cinco encoders para los sentidos de giro del sistema. La Figura 8 muestra la comparación en el funcionamiento de un encoder del sistema funcionando correctamente y uno con falla:

Figura 8. Comparación señales encoders

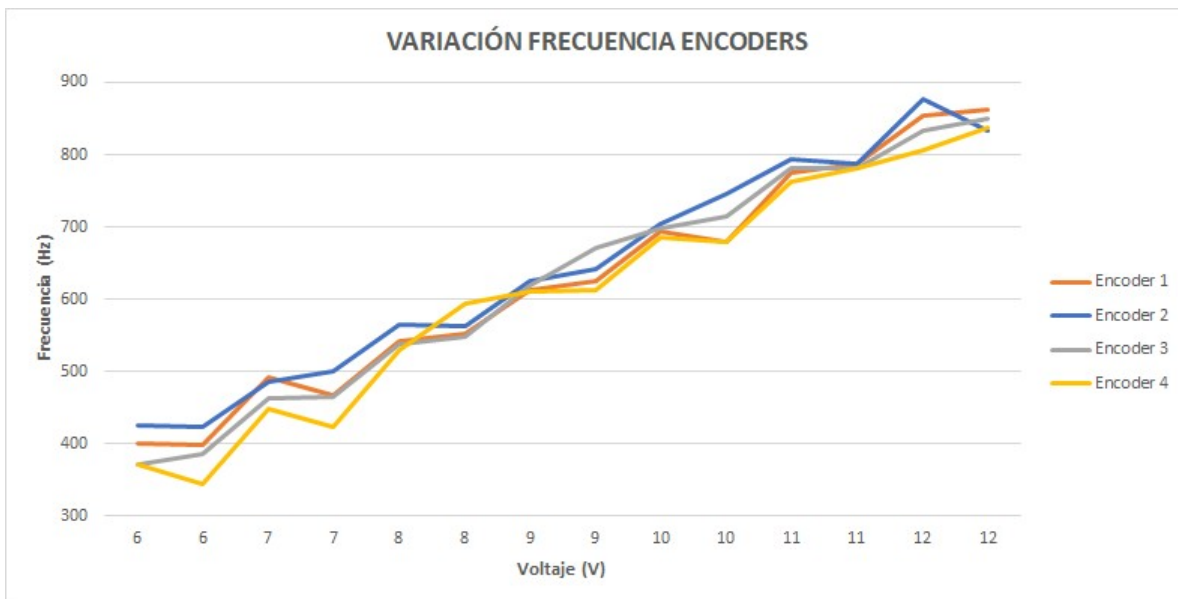


Fuente. Elaboración propia

Evaluando la frecuencia de funcionamiento de cada encoder en función el voltaje en un rango de 6 VDC a 12 VDC se encuentra un funcionamiento en un rango de 345 Hz a 877 Hz, siendo su valor medio 615,7 Hz con un voltaje aplicado de 9 VDC. Debe resaltarse que estos rangos y medias no consideran un encoder que se encontraba disfuncional en su totalidad. Se incluyó inversión de polaridad del voltaje para la medición de respuesta en frecuencia de cada

dispositivo.

Figura 9. Variación en frecuencia de los encoders del robot



Fuente. Elaboración propia

4.6.2. Especificación del sistema:

La especificación del sistema inició con la identificación de los interesados en el proyecto y el establecimiento de su nivel de importancia respecto al mismo como se observa en la Tabla 1. A partir del diagnóstico y establecido el nivel de funcionalidad del robot, la cual se estableció en un 40 % aproximadamente, como principal especificación del sistema se evidenció que deben desarrollarse las tarjetas electrónicas que permitan realizar el control de los dispositivos (actuadores robóticos) con conectividad a una estación de trabajo bajo los requerimientos más recientes en sistema operativo y conectividad de red entre las que pueden ser consideradas (wi-fi, usb, ethernet, MODBUS, CAN entre otras). Se deben desarrollar los modelos tridimensionales de las estaciones de trabajo en software de diseño CAD.

La descripción de requerimientos especifica una descripción corta y general del sistema en su encabezado, y para cada requerimiento especifica código identificador, tipo de requerimiento, descripción del requerimiento, función asociada, desempeño, prioridad y criterio de aceptación. El rediseño del robot en este caso quedó definido mediante veintitrés (23) requerimientos funcionales y dieciséis (16) requerimientos no funcionales.

Tabla 1. Identificación Interesados

IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS					
ID	INTERESADO	ROL	INTERÉS	NIVEL DE IMPORTANCIA	OBSERVACIONES
1	SENNOVA	Financiador	Ejecucion del proyecto, de los recursos y producción académica	10	
2	GICS	Ejecutor	Ejecutar los proyectos de investigación tecnológica aprobados para la vigencia actual. Validar metodología en el desarrollo de productos tecnológicos electroelectrónicos adaptables a las necesidades del CEET. Cumplir con las metas	10	
3	CEET	Usuario	Cumplimiento misional, Repotenciación de sus activos fijos. Evitar sobrecostos en futuras actualizaciones de los activos	8	
4	Coordinación de electrónica	Usuario	Proyección en los programas de formación. Programación de competencias en ambientes especializados.	8	
5	Instructores	Usuario	Planear procesos formativos con equipos e instrumentos que cumplan requerimientos productivos actualizados	9	
6	Aprendices	Usuario	Formar competencias en habilidades laborales basadas en tecnología actual.	9	

Fuente. Elaboración propia

5. Discusión y análisis

El sistema intervenido es un bien activo que actualmente se encuentra en un 40% de su capacidad operativa para la formación en los programas técnicos y tecnológicos del CEET que corresponden al área de electrónica e instrumentación y control industrial en cuanto a formación bajo demanda y a la medida, este recurso aporta al perfil de los aprendices capacidades en las áreas del control, automatización e integración de procesos propios del sector productivo.

Uno de los problemas más visibles y que no permiten trabajar al 100% con las herramientas disponibles en este recurso didáctico para la formación, es la compatibilidad con

los sistemas operativos y controladores actuales en sus versiones actuales y funcionales. Los costos de actualización son excesivos frente al costo del bien además de estar ligada a futuras y concurrentes actualizaciones propias del sistema operativo que se encuentre vigente.

Los requerimientos de la Industria 4.0 exigen un sistema con conexión a la nube, tecnología de IoT, la que actualmente no se encuentra disponible en su configuración original, por lo que se hace necesario el proceso de actualización y repotenciación acorde con las necesidades de las nuevas tendencias tecnológicas. El sistema seleccionado permite realizar los ajustes de hardware y software necesarios que permitan su adecuación para la Industria 4.0 y la enseñanza virtual como lo es el concepto de laboratorio remoto.

Dentro de este contexto, se ha planteado proponer y validar una metodología orientada al rediseño de productos electrónicos que a su vez permita optimizar los recursos tecnológicos para la formación existentes en este Centro de Formación. Se trata de un proyecto en ejecución de manera conjunta entre Instructores y Aprendices, el cual se encuentra actualmente en la etapa de desarrollo del sistema y del que se espera, se establezca como un caso de éxito para la adaptación y ajuste de estándares y modelos existentes en lo relacionado a desarrollo de productos.

Aunque la propuesta presentada se enmarca dentro de las cuatro etapas básicas para el desarrollo y la enseñanza de la electrónica (concepción, diseño, implementación y operación), se adicionan elementos que permitan fortalecer el proceso y la calidad de los productos desarrollados de acuerdo a las capacidades tecnológicas existentes (en este caso de aplicación, ensayos de Seguridad Eléctrica y de Compatibilidad Electromagnética).

6. Conclusiones

Se ha presentado una propuesta metodológica enfocada en el desarrollo de producto electrónico, aplicable a partir de la necesidad de realizar un rediseño de producto. Se plantea la propuesta a partir de la identificación de los principales modelos para el desarrollo de productos y/o sistemas en ingeniería, una transferencia tecnológica recibida por parte de una empresa experimentada en diseño y desarrollo de soluciones de ingeniería a la medida y la identificación de capacidades actuales del CEET.

La metodología propuesta divide el desarrollo del producto en cinco fases interrelacionadas, donde cada dominio de desarrollo representa una característica de la integración de las unidades que conforman el sistema y configuran al finalizar el producto. Se basa en las etapas básicas de concebir, desarrollar y validar, incorporando como elementos innovadores en la fase de validación, la realización de Ensayos de Seguridad Eléctrica y Ensayos básicos de Compatibilidad Electromagnética (inmunidad a perturbaciones conducidas y emisiones radiadas) según la identificación de tecnología disponible en el CEET.

Con este trabajo se pretende adaptar un modelo de referencia para el proceso de desarrollo de productos electrónicos de empresas de base tecnológica de pequeño y mediano tamaño, incorporando al modelo de referencia propuesto una necesidad manifiesta de la industria electrónica nacional, los ensayos básicos de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad electromagnética, validación que no fue identificada en los modelos y estándares para el desarrollo de productos analizados.

El alcance del presente trabajo abarca las dos primeras fases de la propuesta metodológica realizada, diagnóstico inicial y especificación del sistema, por tratarse de un proyecto aún en ejecución. Es necesario concluir la validación del modelo establecido

completando todas las fases y verificando la aplicabilidad del modelo atender necesidades reales del entorno local y nacional.

7. Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado por el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - CEET en el marco del proyecto "Innovación metodológica para el desarrollo de productos electrónicos en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET", los autores extienden su agradecimiento al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA – SENNOVA, como financiadores para la realización de este trabajo. También agradece a la empresa KUSPYDE INGENIERÍA S.A.S por la realización de la transferencia tecnológica enfocada en su modelo de desarrollo tecnológico, de gestión de la tecnología e innovación en su departamento de I+D+i.

8. Referencias

- Apoorva, V., Hemalatha, J. N., Achyutha, W. M., & Shivaraj, B. W. (2018). Steps involved while introducing a new product into a healthcare organisation. *Proceedings of the International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2017, 2018-Janua(Iccmc)*, 180–184. <https://doi.org/10.1109/ICCMC.2017.8282670>
- Aranguren, G., Ortiz, J., & Gil-Garcia, J. M. (2015). From the Idea to the Product: An Academic Tour. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 10(4), 290–295. <https://doi.org/10.1109/RITA.2015.2486418>
- Electronic Industries Alliance. (1999). EIA STANDARD Processes for Engineering a System, EIA-632. In *Journal of Equine Veterinary Science*. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080699802901>
- Gadde, Y., Cirstea, M., Toulson, R., & Allingham, E. (2012). An optimised development model for high volume electronic products. *Proceedings of the International Conference on Optimisation of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM*, 1325–1330. <https://doi.org/10.1109/OPTIM.2012.6231868>
- Guey-Shin Chang, Horng-Linn Perng, J.-N. J. (2008). A review of systems engineering standards and processes. *Journal of Biomechatronics Engineering, Vol. 1(1)*, 71–85.
- IEEE Computer Society. (2005). *IEEE Standard for Application and Management of the System Engineering Process*. New York.
- Mirdamadi, S., Addouche, S. A., & Zolghadri, M. (2018). A Bayesian approach to model change propagation mechanisms. *Procedia CIRP*, 70, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.309>
- Salgado, E. G., Salomon, V. A. P., Mello, C. H. P., & Silva, C. E. S. D. (2014). A reference model for the new product development in medium-sized technology-based electronics enterprises. *IEEE Latin America Transactions*, 12(8), 1341–1348. <https://doi.org/10.1109/TLA.2014.7014499>

Prospectiva en el marco de la Industria 4.0 Caso: Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria – ASTIN - SENA

Miguel Ángel Solís Molina
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia
masolis@sena.edu.co

Johanna Andrea Chamorro
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia
jachamorro000@misena.edu.co

Nidia Karina Mora Londoño
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia
nkmora@sena.edu.co

Resumen

La presente investigación plantea el uso del análisis morfológico para realizar la prospectiva estratégica del SENA Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN. Los resultados obtenidos sugieren una doble apuesta de dos escenarios. En primer lugar, los biopolímeros y en segundo lugar los materiales inteligentes. Esta doble apuesta refleja el comportamiento de ambidestreza organizacional que busca un desarrollo sostenido en el largo plazo y superior al promedio de la industria en el corto plazo, al incorporar conocimiento nuevo representado en los materiales inteligentes al conocimiento existente reflejado en los biopolímeros y polímeros de origen fósil. La importancia de la utilización de herramientas de planeación estratégica radica en el impacto que tienen los Centros de Formación del SENA en la innovación de las empresas manufactureras del sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos en Colombia.

Palabras clave

Prospectiva estratégica; prospectiva tecnológica; análisis morfológico; ambidestreza organizacional; sector de polímeros; Industria 4.0.

1. Introducción

SENA para desarrollar ventajas competitivas ha implementado el Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional – PREVIOS, con la asesoría del Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión del conocimiento de la Universidad del Valle. El grupo PREVIOS fue creado para anticipar la toma de decisiones que tienen altos costos e impactos y efectos irreversibles. En Colombia, el Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN es uno de los 117 Centros de Formación del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. El Centro ASTIN forma a los futuros tecnólogos en fabricación de productos plásticos, materiales para la industria, diseño de productos y fabricación de moldes y troqueles. A su interior el grupo PREVIOS busca generar un trabajo participativo y colaborativo para visionar el Centro ASTIN al año 2030 como un Centro líder en innovación, que proporcionará una formación acorde con las necesidades y retos tecnológicos del país. Para cumplir con este objetivo, el grupo PREVIOS del Centro ASTIN realizó el presente estudio utilizando como eje

central la variable tecnología mediante la aplicación del análisis morfológico. A continuación, se presenta el fundamento teórico, la metodología, los resultados, y las conclusiones y discusión.

2. Fundamento Teórico

La previsión de los posibles acontecimientos futuros puede ser usada para formular las acciones a llevar a cabo en una organización con el fin de hacer una realidad posible (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000). A los futuros posibles, Bertrand de Jouvenel en “El Arte de la Conjetura” los denomina “futuribles” (Mojica, 2006). A esta previsión de futuribles se le denomina prospectiva estratégica. En prospectiva no se pretende solamente predecir el futuro sino construirlo (Mojica, 2006). Sin embargo, para actuar con efectividad sobre el entorno, se debe reconocer que los fenómenos interactúan entre sí y que la realidad debe concebirse como un conjunto complejo de interrelaciones (Mojica, 2006). Por ello, se plantea que no es posible conocer la realidad con certeza, lo que genera incertidumbre (Mojica, 2006). En este sentido, la prospectiva busca reducir la incertidumbre (Mojica, 2006). De esta manera, la prospectiva es un ejercicio colectivo en el que se debe ser capaz de imaginar los futuros posibles, involucrando a las personas que tienen mayor influencia sobre la realidad que se pretende intervenir, dado que estos actores tienen los medios para hacer que uno de los futuros posibles se convierta en realidad (Mojica, 2006). Adicionalmente, para que las soluciones a los problemas planteados sean reconocidas y aceptadas por la mayoría, se debe propiciar la participación tantas personas internas como externas de la organización sea posible (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000).

Por su parte, Mojica (2006) identifica cuatro etapas para el análisis prospectivo: 1) la identificación de variables, 2) la identificación de los actores sociales, 3) la generación de escenarios y 4) la planeación de las estrategias. En la etapa de identificación de las variables se seleccionan aquellos elementos del sistema objeto de estudio que son más relevantes (i.e., mayor efecto o interés). En la etapa de identificación de los actores sociales, se establecen los objetivos de la prospectiva y se explora el poder que cada actor social sería capaz de ejercer. En la etapa de generación de los escenarios, se consulta a los expertos y a otros implicados para detectar las tendencias a las que el sistema se dirige y para concebir nuevas realidades a las cuales es deseable que el sistema se dirija. Finalmente, en la etapa de planeación de estrategias, se establecen las metas a las que el sistema le conviene encaminarse, y se definen las acciones que los implicados deben ejercer para conseguir dichos fines (Mojica, 2006). Las fases planteadas por Godet et al. (2000) y Mojica (2006) pueden articularse de modo que la identificación de variables corresponde a la fase de exploración, mientras que el papel de los actores sociales, la generación de los escenarios y la planeación de estrategias corresponden a la fase de preparación para acción de la prospectiva estratégica.

En la fase de preparación para la acción, la generación de escenarios es un proceso fundamental en la prospectiva porque permite la toma de decisiones a partir de posibles alternativas denominadas escenarios (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000). Un escenario es un “conjunto formado por la descripción de una situación futura y un camino de acontecimientos que permiten pasar de una situación original a otra futura” (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000, pág. 17). En el conjunto de los escenarios se encuentran las siguientes categorías: 1) el escenario probable, tendencial o referencial, 2) el escenario alternativo, 3) los escenarios deseables o preferidos y 4) los escenarios de ruptura. En cuanto al escenario

tendencial o referencial es aquél que “muestra el camino por donde estaremos transitando si las cosas no cambian (...), sirve como punto de referencia para hallar otras alternativas de futuro” (Rodríguez Figueroa, 2013, pág. 94). Por su parte, el escenario alterno corresponde a “otras alternativas posibles de situaciones futuras entre las cuales puede encontrarse el escenario deseable” (Rodríguez Figueroa, 2013, pág. 94). Los escenarios deseables o preferidos “reflejan la expectativa de atención de las demandas actuales de la sociedad, de políticas de gobierno, de estrategias empresariales, entre otras, que son expresadas a través de metas y/o valores de los actores sociales” (SENA, 2017, pág. 6). Los escenarios de ruptura representan un cambio con respecto a la realidad actual, pueden ser deseables o no, y “se caracterizan por una alta incertidumbre y escasa posibilidad de predicción” (CEPAL, 2013, pág. 41).

De acuerdo a Godet et al. (2000), la prospectiva estratégica comprende un conjunto de herramientas cuyo propósito es estimular la imaginación, reducir las incoherencias, crear un lenguaje común, estructurar la reflexión colectiva y permitir la apropiación. Uno de estos propósitos es explorar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre. Una de las herramientas utilizadas para alcanzar este objetivo es el llamado análisis morfológico (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000). El análisis morfológico fue desarrollado en los años 60 por el físico suizo Fritz Zwicky (1969). En general, el análisis morfológico se puede aplicar para explorar posibles soluciones a un problema o para explorar nuevas y diferentes ideas. En el contexto de la prospectiva estratégica, Godet et al. (2000) señala que “el análisis morfológico sirve para explorar de manera sistemática los futuros posibles a partir del estudio de todas las combinaciones resultantes de la descomposición de un sistema” (pág. 82).

En la literatura, se pueden encontrar estudios empíricos de la aplicación del análisis morfológico en los ámbitos científico y tecnológico. La caja morfológica ha sido utilizada con el propósito de evaluar el proceso de generación de nuevas métricas de evaluación de los resultados de investigación y su impacto en las políticas gubernamentales que afectan a la ciencia en Alemania, como, por ejemplo, las decisiones de financiamiento (Markscheffel, 2013). En Chile, en la industria de ingeniería de la construcción, se utilizó el análisis morfológico para integrar el concepto de sustentabilidad en la planeación y construcción de proyectos, debido a la tendencia mundial a desarrollar nuevos enfoques de producción donde se consideran las variables medioambientales (Martínez, González, & Da Fonseca, 2009). En el caso de la industria textil en Perú, se utilizó la caja morfológica para explorar escenarios futuros, visualizando estrategias al 2021 con el fin de aumentar el crecimiento y el desarrollo empresarial sostenible, teniendo en cuenta criterios como la probabilidad, la deseabilidad y la gobernabilidad (Gallo, 2014).

En Colombia, en el sector de servicios, específicamente de desarrollo de software, se han realizado estudios prospectivos (Díaz Vega & Ospina Ospina, 2014) con el propósito de tener mayor claridad en cuanto a los posibles caminos y escenarios que se podrían adoptar utilizando el análisis morfológico para identificar variables y dimensiones (i.e., negativa, tendencial y positiva) para cada variable (Díaz Vega & Ospina Ospina, 2013). Específicamente, en el sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos, se cuenta con el estudio prospectivo del sector, donde se han realizado estados del arte, construcción de escenarios y se han elaborado estrategias para el sector (ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia, 2011). En los estudios mencionados, la caja morfológica se implementó con la ayuda de un grupo de expertos, para dar solución al problema de la visualización de escenarios. Los criterios de deseabilidad, probabilidad y gobernabilidad fueron aplicados para facilitar la toma de decisiones y elegir los escenarios apuesta para la generación de estrategias.

Adicionalmente, cabe destacar que uno de los recursos más importantes a tener en

cuenta para la generación de estrategias de una organización es su conocimiento (Grant, 1996). Para Zack (1999) las organizaciones deben establecer un vínculo entre su estrategia y su conocimiento. Establecer las brechas entre lo que se hace y debe hacer (i.e., misión y visión), y lo que se sabe y debe saber (i.e., conocimiento actual y necesidades de conocimiento futuro), permite desarrollar estrategias con el fin de obtener ventajas competitivas que les faciliten a las organizaciones aprovechar las oportunidades antes que sus competidores (Solís-Molina & Pérez Castaño, 2009). En este sentido, en las organizaciones se pueden establecer dos tipos de brechas, la brecha de la estrategia y la brecha del conocimiento (Zack, 1999). De este modo, las organizaciones plantean estrategias y gestionan el conocimiento requerido para llevarlas a cabo, buscando ampliar lo que hacen y reducir lo que no hacen, al ampliar lo que conocen y reducir lo que desconocen obteniendo beneficios (Solís-Molina M. A., 2009). Por otro lado, las organizaciones pueden explorar campos desconocidos en conocimiento y en gestión con el fin de reducir la brecha entre lo que no saben y lo que no hacen, y lo que deberían saber y hacer (Solís-Molina M. A., 2009). En la literatura se ha identificado que este comportamiento denominado ambidestreza organizacional obedece a desarrollar actividades para ampliar la base del conocimiento existente (i.e., explotación) e incorporar conocimiento nuevo (i.e., exploración) de manera simultánea, con el fin de obtener un desempeño sostenido en el largo plazo y superior al promedio de la industria en el corto plazo (O'Reilly III & Tushman, 2013).

Asimismo, con este comportamiento las organizaciones buscan evitar las trampas del aprendizaje que Levinthal y March (1993) han denominado la trampa del éxito y la trampa del fracaso. La trampa del éxito por desarrollar actividades de explotación de su conocimiento existente dejando de lado la exploración del conocimiento, lo que puede llevar a las organizaciones a la obsolescencia de sus activos en el largo plazo y dejarlas fuera del mercado (Levinthal & March, 1993). Por otro lado, la trampa del fracaso hace alusión a desarrollar múltiples iniciativas que no logran traducirse en desempeño y que pueden llevar a las organizaciones a la banca rota en el corto plazo por una falta de recursos para su funcionamiento (Levinthal & March, 1993). Por ello, se plantean los beneficios de las sinergias entre la explotación y la exploración, dado que la explotación suministra los recursos requeridos para la exploración, y a su vez la exploración aporta las oportunidades para invertir los recursos derivados de la explotación (Lavie, Stettner, & Tushman, 2010).

Estudios previos sobre el comportamiento de las empresas manufactureras en Colombia, han encontrado diferencias significativas en el desempeño de las organizaciones que desarrollan un comportamiento de ambidestreza organizacional y uno de especialización en explotación o en exploración, reconociendo el valor de la capacidad de absorción como variable moderadora de la relación entre la ambidestreza o especialización y el desempeño de las organizaciones (Solís-Molina, Hernández-Espallardo, & Rodríguez-Orejuela, 2018). A este respecto, la capacidad de absorción se entiende como la habilidad que tienen las organizaciones de adquirir, asimilar y explotar comercialmente los conocimientos que obtienen de fuentes externas o por medio de iniciativas de internas de investigación y desarrollo (Cohen & Levinthal, 1990). Por lo tanto, dado que el SENA es una entidad que contribuye con la incorporación de conocimiento nuevo en las empresas favoreciendo sus procesos de innovación (Solís-Molina, Hernández-Espallardo, & Rodríguez-Orejuela, 2017), es relevante proyectar los Centros de Formación del SENA utilizando herramientas de planeación como la prospectiva estratégica, que permitan reducir las brechas de conocimiento, de modo que, a la vez que fortalecen su conocimiento existente incorporan conocimiento nuevo.

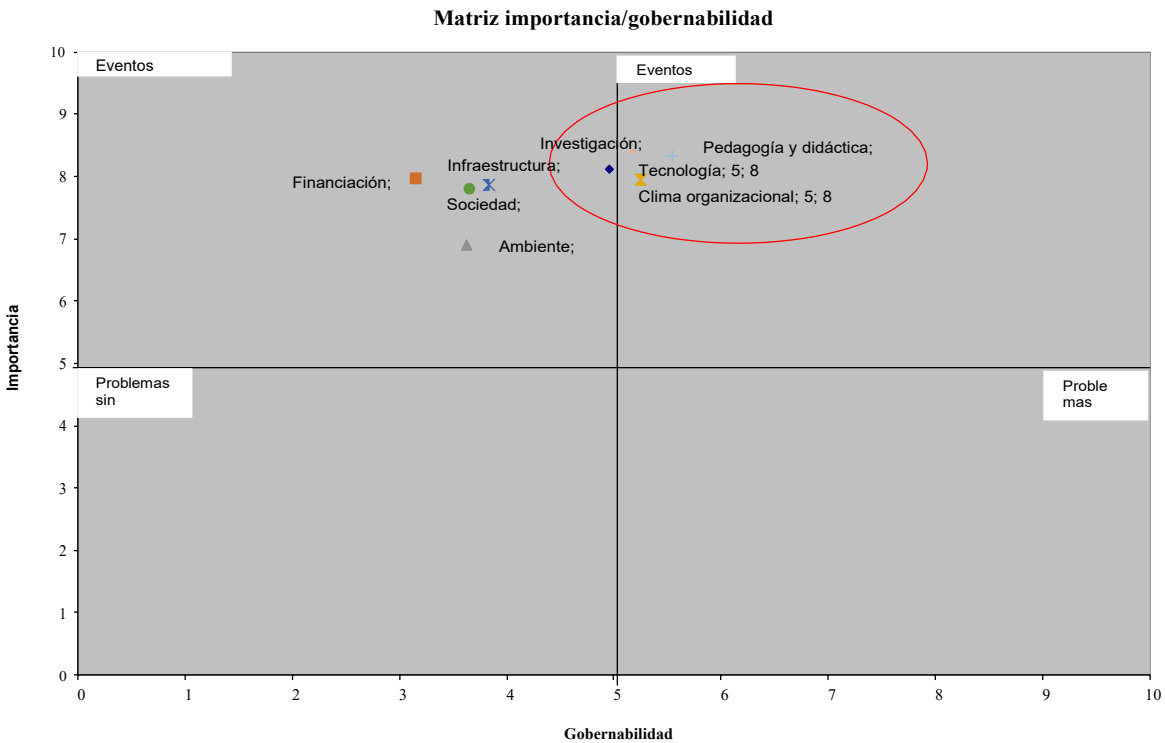
De esta manera, los Centros de Formación del SENA pueden contribuir con reducir las brechas de estrategia y conocimiento del sector manufacturero en Colombia. En el caso del

sector plástico de empaques flexibles y semirrígidos en Colombia (ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia, 2011), corresponde al Centro Nacional ASTIN del SENA apropiar tecnologías asociadas con la fabricación y transformación de productos plásticos que corresponden a su tecnología medular, y las tecnologías complementarias relacionadas con el diseño de productos industriales y la fabricación de moldes y troqueles. El Centro ASTIN ha venido desarrollando actividades de asistencia técnica en el sector productivo (Solís-Molina, Martínez, De Mendoza, & Cabal Hicapie, 2001), transferencia a la formación profesional (Quiñonez & Vera Mondragón, 2005) y estudios sectoriales para identificar necesidades de formación y servicios tecnológicos (Solís-Molina & Coy, 2007). En estas actividades se han utilizado herramientas como la vigilancia tecnológica en la que se ha identificado el campo de conocimiento de los biopolímeros y los plásticos biodegradables como una posible apuesta del sector para la reducción de las brechas de conocimiento (Quiñonez, 2009). Asimismo, desde la brecha de la estrategia se ha propiciado la adopción de modelos de gestión para la dirección de proyectos con el fin de dinamizar los procesos de investigación y desarrollo al interior de la organización (Narváz Agudelo, Mora Londoño, Suárez Ramírez, Gómez Molina, & Ramos Rodríguez, 2008). De este modo, el presente estudio busca contribuir con el desarrollo de estrategias que permitan reducir las brechas de conocimiento y estrategia en el sector de empaques.

3. Metodología

En la primera etapa de identificación de variables a partir de la matriz de importancia y gobernabilidad - IGO se evidenciaron cuatro variables críticas en la prospectiva del Centro ASTIN: tecnología, investigación, pedagogía y didáctica, y clima organizacional (ver Figura 1).

Figura 1. Matriz IGO Centro ASTIN 2030.



Fuente: elaboración propia.

Para el Centro ASTIN la variable tecnología juega un rol fundamental debido a la alta inversión de recursos económicos y capital humano que deben ser destinados para la consecución de proyectos innovadores que generen alto impacto en la industria del empaque a mediano y largo plazo. Por esta razón, el estudio se centró en estudiar los escenarios posibles para esta variable. Para el ejercicio prospectivo desarrollado se utilizó el instructivo metodológico del Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional del SENA PREVIOS, que para la prospectiva tecnológica sugiere el siguiente modelo (ver Figura 2):

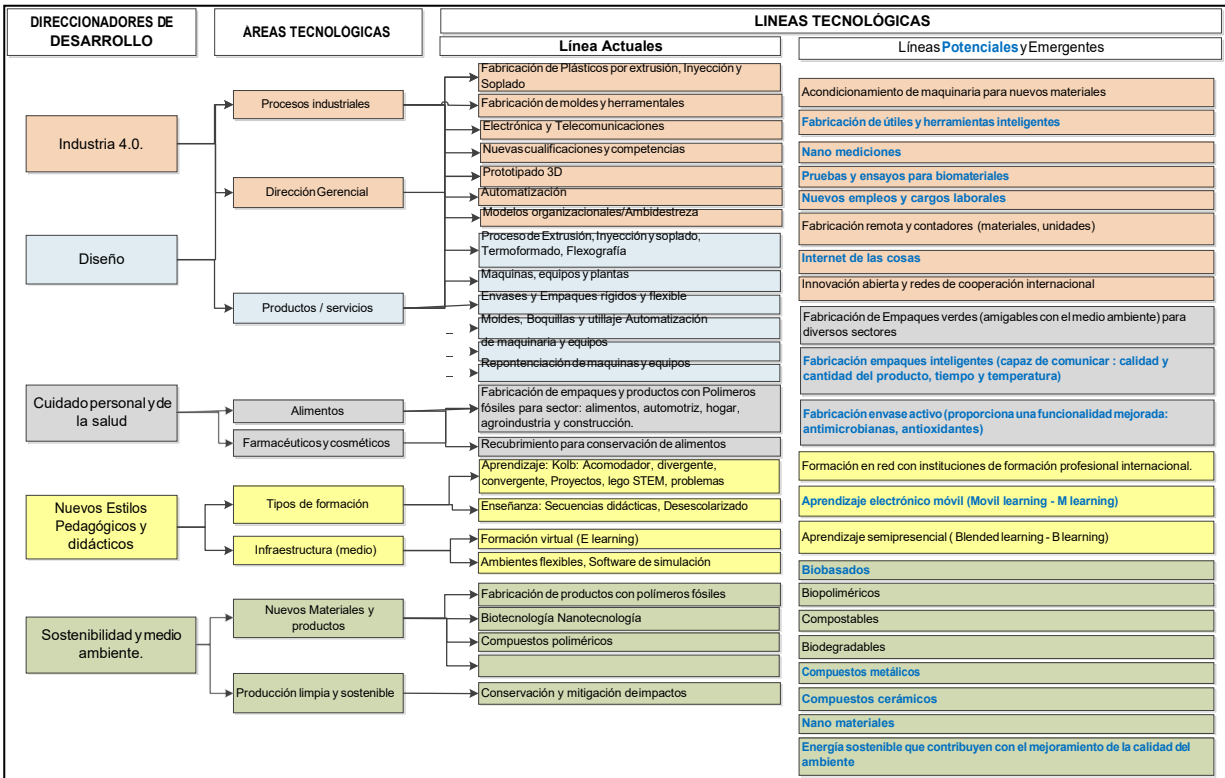
Figura 2. Modelo PREVIOS.



Fuente: SENA (2017).

En la fase de pre-prospectiva que corresponde a la fase exploratoria, se llevó a cabo una revisión de literatura y vigilancia tecnológica consultando bases de datos especializadas como Science Direct, la revista Tecnología del Plástico, y grupos focales como directivos, funcionarios, instructores y aprendices del Centro ASTIN, para identificar los futuros posibles o futuribles. Basados en esta revisión se elaboró un mapa de trayectoria tecnológica (ver Figura 3), el cual sintetiza de forma gráfica aquellas tecnologías que se encuentran en el radar de la industria y del mercado que pueden afectar directa e indirectamente los proyectos del Centro ASTIN, a mediano y largo plazo. Este mapa permitió identificar tecnologías potenciales y emergentes tales como: empaques inteligentes, pruebas y ensayos para biomateriales, fabricación de envases activos y desarrollo de materiales compuestos cerámicos. El mapa incluye tres elementos: direccionadores de desarrollo, áreas tecnológicas y tres tipos de líneas tecnológicas (i.e., actuales, emergentes y potenciales) (Centro ASTIN, 2017). La validación del mapa se realizó con los líderes de proceso del Centro ASTIN.

Figura 3. Mapa de Trayectoria Tecnológica



Fuente: Centro ASTIN (2017).

Adicionalmente, se realizaron búsquedas utilizando como palabras claves “materials” y “polymers”, conceptos asociados con la tecnología medular del Centro ASTIN. De este modo, se identificaron artículos de la World Future Society - WFS que permitieron plantear las diferentes alternativas de escenarios para la variable tecnología.

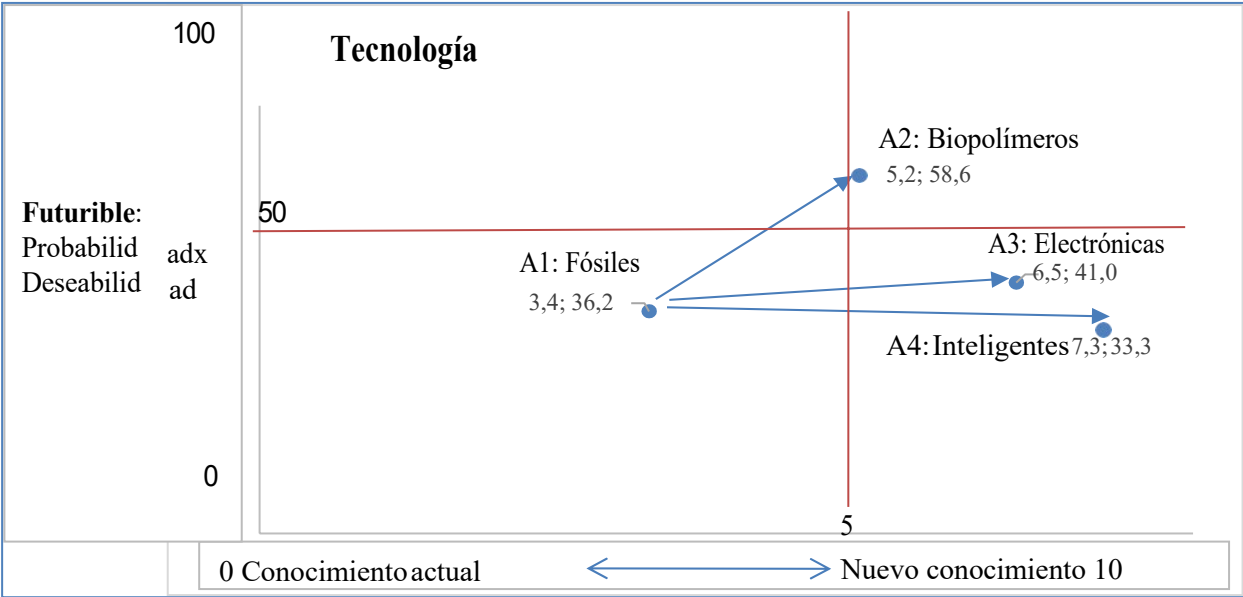
Para la realización de la prospectiva del Centro ASTIN se definió la variable tecnología entendida como el conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Esta variable fue analizada bajo cuatro escenarios llamados A1, A2, A3 y A4, siendo A1 el escenario tendencial y A4 el escenario de mayor ruptura. Los escenarios utilizados, redactados en tiempo presente del año 2030, se describen a continuación. A1: El Centro ASTIN presta servicios de formación profesional integral, pruebas de laboratorio y servicios de asistencia técnica basados en las tecnologías relacionadas con la fabricación de productos plásticos de origen fósil. A2: El Centro ASTIN presta servicios relacionados con tecnologías basadas en nuevos materiales como los biopolímeros (caña, maíz, algas, soya), los cuales se han convertido en una opción rentable, confiable y amigable con el ambiente. Los empaques, además de fabricarse, se cultivan (Docksai, 2012). A3: El Centro ASTIN presta servicios relacionados con tecnologías basadas en la utilización de polímeros orgánicos orientados al desarrollo de productos con propiedades magnéticas y conductoras, flexibles y de bajo costo para aplicaciones de computación cuántica y electrónica (Wagner, 2002). A4: El Centro ASTIN presta servicios relacionados con tecnologías basadas en materiales inteligentes, los cuales tienen propiedades que pueden cambiar dependiendo de un estímulo termoeléctrico, piezoeléctrico, cambio de forma o auto-reparación. Se utilizan para alternativas de generación de energía (Bisk, 2012).

En la fase de ejecución, se llevó a cabo un taller con el Comité Primario ampliado del Centro ASTIN conformado por los líderes de las áreas y el personal invitado (20 personas). En promedio el personal cuenta con 14 años de experiencia en el sector y 10 años de experiencia en el Centro ASTIN. El 75% de las personas tiene posgrado. En esta actividad, cada escenario se evaluó utilizando dos dimensiones principales. La primera dimensión corresponde al producto de la probabilidad (0 a 1) y la deseabilidad (0 a 100) que hace alusión a la brecha de la estrategia, es decir, lo que se puede hacer frente a lo que se debería y quiere hacer. La segunda dimensión hace referencia a la brecha del conocimiento (0 a 10), es decir, lo que sabe frente a lo que se debería saber. Cada dimensión de cada escenario se mide frente al escenario tendencial. Asimismo, se invitó al Comité Técnico del Centro ASTIN, conformado por tres empresas del sector plástico y una universidad, para validar las alternativas.

4. Resultados

En la variable tecnología se observa que el escenario a corto plazo es el A2 (Biopolímeros), ya que tiene alta probabilidad y deseabilidad, y la brecha de conocimiento es la menor frente a la situación actual (ver Figura 4). Los escenarios A3 y A4 se consideran de largo plazo (8-10 años), por el poco conocimiento que se tiene actualmente sobre estas tecnologías. Por parte del personal interno del Centro ASTIN la alternativa A2 fue la elegida. Sin embargo, el personal externo del Comité Técnico eligió el escenario A4 como aquel en el que el Centro ASTIN debería enfocarse en el futuro, ya que representa un mayor avance tecnológico que beneficiaría la apropiación de tecnología por parte de las empresas nacionales para contar con una mayor ventaja competitiva. De este modo, el escenario A4 fue el priorizado por los empresarios y la comunidad académica del Comité Técnico del Centro ASTIN.

Figura 4. Prospectiva Variable Tecnología.



Fuente: elaboración propia.

5. Discusión y conclusiones

En el presente trabajo, se definió la variable tecnología para realizar el ejercicio de prospectiva. Se identificaron cuatro escenarios posibles y se midieron dos dimensiones (i.e., probabilidad- deseabilidad y brecha de conocimiento) para cada escenario de dicha variable. En cuanto al aporte metodológico el uso de herramientas como el análisis morfológico aunado con el uso de mediciones cuantitativas facilitó la discusión y la toma de decisiones sobre la elección de los escenarios apuesta. Los resultados del estudio morfológico señalan que el Centro ASTIN debe centrarse en dos escenarios: A2 (i.e., tecnologías basadas en biopolímeros) escogido por el cliente interno, aprovechando la experiencia y el conocimiento acumulados, y el escenario A4 (i.e., materiales inteligentes) escogido por el cliente externo, el cual, según los expertos, le reportará al Centro ASTIN una mayor ventaja competitiva en el futuro. En este caso, ambos resultados concuerdan con las necesidades de desarrollo de los campos tecnológicos señalados en el estudio prospectivo del sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos, que sugieren los campos de los biopolímeros y los materiales inteligentes como los que han tenido una mayor tasa de crecimiento a nivel mundial, pero que, en Colombia, su desarrollo aún es incipiente (ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia, 2011). De este modo, los Centros de Formación Profesional del SENA como el Centro ASTIN son los llamados a apropiarse de estas tecnologías para el sector industrial.

Este resultado de una doble apuesta concuerda con el comportamiento de ambidestreza organizacional que se ha observado lleva a un desempeño sostenido en el largo plazo (O'Reilly III & Tushman, 2013) evitando las trampas del aprendizaje (Levinthal & March, 1993). Sin embargo, esta doble apuesta conlleva a un reto mayor que es desarrollar la capacidad de absorción suficiente de tal modo que el conocimiento nuevo logre aplicarse junto con el conocimiento existente en los programas de formación y en la prestación de servicios tecnológicos. De este modo, se espera contribuir con impactar la innovación de las empresas manufactureras reduciendo las brechas de conocimiento y estrategia en el sector plástico para mejorar su competitividad en el contexto internacional.

6. Referencias

- Bisk, T. (2012). Unlimiting Energy's Growth: As Costs Decline and Sophistication Increases, Smart Materials Could Help Unlock Limits to Growth. *The Futurist*, 46(3), 29-31.
- Centro ASTIN. (2017). *Plan Tecnológico 2018-2030 Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN*.
- Cali: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- CEPAL. (2013). *Prospectiva y desarrollo. El clima de la igualdad en América Latina y el Caribe a 2020*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. doi:10.2307/2393553
- Díaz Vega, M. I., & Ospina Ospina, M. J. (2013). Prospectiva 2014-2018 mipymes dedicadas al desarrollo de software por encargo en Colombia. *Informador Técnico*, 77(1), 69-83.
- Díaz Vega, M. I., & Ospina Ospina, M. J. (2014). Prospectiva 2019-2023 para Mipymes dedicadas al desarrollo de software por encargo. *El hombre y la máquina*(44), 75-91.
- Docksai, R. (2012). Market for Bioplastics: Businesses Are Developing Green Alternatives to Fossil-Fuel-Based Plastics. *The Futurist*, 46(6), 9-12.
- Gallo, E. C. (2014). Ensayo prospectivo: "Un insumo para superar brechas de Gamarra en el entorno Latino americano". *REVISTA CIENTÍFICA INGETECNO*, 3(1), 28-36.

- Godet, M., Monti, R., Meunier, F., & Roubelat, F. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica* (Cuarta ed.). Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique. Obtenido de ASAP Biblioteca Digital.
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 109-122. doi:10.1002/smj.4250171110
- ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia. (2011). *Estudio Prospectivo de los Empaques Plásticos Flexibles y Semirrígidos en Colombia Escenarios y estrategias al horizonte 2020*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Lavie, D., Stettner, U., & Tushman, M. L. (2010). Exploration and Exploitation Within and Across Organizations. *The Academy of Management Annals*, 4(1), 109-155. doi:10.1080/19416521003691287
- Levinthal, D. A., & March, J. G. (1993). The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 14(S2), 95-112. doi:10.1002/smj.4250141009
- Markscheffel, B. (2013). New metrics, a chance for changing scientometrics a preliminary discussion of recent approaches. *Scientometrics-Status and Prospect for Development*, 10-12.
- Martínez, P., González, V., & Da Fonseca, E. (2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *Ingeniería de construcción*, 24(1), 05-32.
- Mojica, F. J. (2006). Concepto y aplicación de la prospectiva estratégica. *Revista MED*, 14(1), 122-131.
- Narváz Agudelo, A., Mora Londoño, N., Suárez Ramírez, A., Gómez Molina, L., & Ramos Rodríguez, E. (2008). Modelo de dirección de proyectos de I+D en el Centro ASTIN del SENA. *Informador Técnico*, 72, 14-21. doi:10.23850/22565035.761
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2013). Organizational Ambidexterity: Past, Present, and Future. *Academy of Management Perspectives*, 27(4), 324-338. doi:10.5465/amp.2013.0025
- Quiñonez, I. (2009). Vigilancia Tecnológica aplicada para identificar las tendencias tecnológicas en los biopolímeros y plásticos biodegradables. *Informador Técnico*, 73, 53-65. doi:10.23850/22565035.756
- Quiñonez, I., & Vera Mondragón, B. (2005). Plantas piloto: Una nueva opción en la formación técnica. *Informador Técnico*, 69(1), 10-15. doi:10.23850/22565035.795
- Rodríguez Figueroa, J. J. (2013). Diseño prospectivo de escenarios para la ciencia, tecnología e innovación al 2040. *revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 16(2), 92-105.
- SENA. (2017). *Métodos y herramientas de prospectiva, vigilancia e inteligencia organizacional*. Bogotá D.C.: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- Solís-Molina, M. A. (2009). *Modelo de gestión del conocimiento tecnológico en el subsector de plásticos para los laboratorios de polímeros del Centro Nacional ASTIN del SENA*. Cali: Universidad del Valle.
- Solís-Molina, M., & Coy, L. (2007). Caracterización Ocupacional del Sub-sector del plástico. *Informador Técnico*, 71, 36-41. doi:10.23850/22565035.779
- Solís-Molina, M., & Pérez Castaño, B. (2009). Modelos de Gestión del Conocimiento: El caso de los laboratorios del Centro Nacional ASTIN del SENA. *Informador Técnico*, 73(1), 44-52. doi:https://doi.org/10.23850/22565035.755
- Solís-Molina, M., Hernández-Espallardo, M., & Rodríguez-Orejuela, A. (2017). Impacto del SENA en la innovación de las empresas manufactureras en Colombia: una mirada desde la ambidestreza organizacional. *Informador Técnico*, 81(1), 9-23. doi:10.23850/22565035.712
- Solís-Molina, M., Hernández-Espallardo, M., & Rodríguez-Orejuela, A. (2018). Performance implications of organizational ambidexterity versus specialization in exploitation or exploration: The role of absorptive capacity. *Journal of Business Research*, 91, 181-194. doi:10.1016/j.jbusres.2018.06.001
- Solís-Molina, M., Martínez, S., De Mendoza, A., & Cabal Hicapie, R. (2001). Elaboración de un producto a partir de plástico reciclado. *Informador Técnico*, 63, 35-43. doi:10.23850/22565035.953
- Wagner, C. (2002). Breakthroughs in Plastics: Researchers Develop Plastics with Magnetic and Superconducting Properties. *The Futurist*, 36(2), 8.
- Zack, M. H. (1999). Developing a Knowledge Strategy. *California Management Review*, 41(3), 125-145. doi:https://doi.org/10.2307/41166000
- Zwicky, F. (1969). *Discovery, invention, research through the morphological analysis*. McMillan, New York. de 1969). *Discovery, invention, research through the morphological analysis*. New York: McMillan. Obtenido de ToolsHero.